

CAD/CAM/CAE完全学习丛书

UG NX 10.0 产品设计完全学习手册

展迪优 ◎ 主编



◆ 内容全面：

包括零件建模（含曲面、钣金）、装配与工程图设计、高级渲染、运动仿真与分析、管道布线 和有限元分析等

◆ 实例丰富：

制作了大量UG产品设计技巧和实例的教学视频

◆ 性价比高：

视频的语音讲解时间长达十几个小时





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

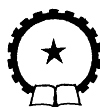
VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

CAD/CAM/CAE 完全学习丛书

UG NX 10.0
产品设计完全学习手册

展迪优　主编



机 械 工 业 出 版 社

本书是UG NX 10.0的产品设计完全学习手册，包括UG NX10.0安装与设置、二维草图设计、一般产品零件的设计、曲面产品的设计、钣金产品的设计、产品的装配设计、产品的测量与分析、产品的自顶向下设计、产品的运动仿真与分析、产品的工程图设计、产品的有限元分析、产品的外观设置与渲染和管道布线设计等。

读者在系统学习本书后，能够迅速地运用 UG 软件来完成复杂产品的零部件三维建模、装配、出工程图、运动仿真以及有限元结构分析等产品设计工作。本书附1张多媒体DVD学习光盘，制作了457个UG产品设计技巧和具有针对性范例的教学视频并进行了详细的语音讲解，长达17.7h（约1060min），光盘还包含本书所有的教案文件、范例文件及练习素材文件。

本书章节的安排次序采用由浅入深、循序渐进的原则。在内容安排上，为了使读者更快地掌握该软件的功能，书中结合大量的范例对UG NX 10.0软件中的一些抽象的概念、命令和功能进行讲解，通过范例讲述了一些实际生产一线产品的设计过程。这样安排能使读者较快地进入设计实战状态。书中所选用的范例、实例或应用案例覆盖了不同行业，具有很强的实用性和广泛的适用性。

本书可作为产品设计工程师的UG NX 10.0自学教程和参考书籍，也可供大专院校师生教学参考。

图书在版编目（CIP）数据

UG NX 10.0产品设计完全学习手册 / 展迪优主编．—2版．—北京：机械工业出版社，2016.3
（CAD/CAM/CAE完全学习丛书）
ISBN 978-7-111-52574-5

Ⅰ．①U… Ⅱ．①展… Ⅲ．①工业产品—产品设计—计算机辅助设计—应用软件—手册 Ⅳ．①TB472-39

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第001565号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037）
策划编辑：杨民强 丁 锋 责任编辑：丁 锋
责任校对：陈延翔 责任印制：乔 宇
封面设计：张 静
北京铭成印刷有限公司印刷
2016年5月第2版第1次印刷
184mm×260mm · 40.5印张 · 1003千字
0001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-52574-5
ISBN 978-7-89386-003-4（光盘）
定价：99.80元（含多媒体DVD光盘1张）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务 网络服务
服务咨询热线：010-88361066 机工官网：www.cmpbook.com
读者购书热线：010-68326294 机工官博：weibo.com/cmp1952
010-88379203 金 书 网：www.golden-book.com
封面无防伪标均为盗版 教育服务网：www.cmpedu.com

前　　言

UG 是由 UGS 公司推出的功能强大的三维 CAD/CAM/CAE 软件系统，其内容涵盖了产品从概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图输出，到生产加工的全过程，应用范围涉及航空航天、汽车、机械、造船、通用机械、数控（NC）加工、医疗器械和电子等诸多领域。本书是 UG NX 10.0 的产品设计完全学习手册，其特色如下。

- 内容全面，模块众多，包含了市场其他书少见的有限元分析和管道布线等高级设计模块，融入了 UG 一线产品设计高手的多年的经验和技巧，因而具有很强的实用性。
- 前呼后应，浑然一体。书中运动仿真与分析和有限元分析等后面章节中介绍的范例，都在前面的零件设计、曲面设计等章节中详细介绍了三维建模的方法和过程，这样的安排可以使读者熟悉和掌握一个产品的整个设计过程。
- 范例丰富，对软件中的主要命令和功能，先结合简单的范例进行讲解，然后安排一些较复杂的综合范例和实际应用帮助读者深入理解、灵活运用。
- 讲解详细，条理清晰，保证自学的读者能独立学习和运用 UG NX 软件。
- 写法独特，采用 UG NX 中文版中真实的对话框和按钮等进行讲解，使初学者能够直观、准确地操作软件，从而大大地提高学习效率。
- 附加值高，本书附 1 张多媒体 DVD 学习光盘，制作了 457 个数控加工与编程和具有针对性实例的教学视频并进行了详细的语音讲解，时间长达 17.7h（约 1060min），可以帮助读者轻松、高效地学习。

本书由展迪优主编，参加编写的人员还有王焕田、刘静、雷保珍、刘海起、魏俊岭、任慧华、詹路、冯元超、刘江波、周涛、段进敏、赵枫、邵为龙、侯俊飞、龙宇、施志杰、詹棋、高政、孙润、李倩倩、黄红霞、尹泉、李行、詹超、尹佩文、赵磊、王晓萍、陈淑童、周攀、吴伟、王海波、高策、冯华超、周思思、黄光辉、党辉、冯峰、詹聪、平迪、管璇、王平、李友荣。书中如有疏漏之处，恳请广大读者予以指正。

电子邮箱：zhanygjames@163.com　　咨询电话：010-82176248，010-82176249。

编　者

读者购书回馈活动：

活动一：本书“随书光盘”中含有该“读者意见反馈卡”的电子文档，请认真填写本反馈卡，并 E-mail 给我们。E-mail: 兆迪科技 zhanygjames@163.com，丁锋 fengfener@qq.com。

活动二：扫一扫右侧二维码，关注兆迪科技官方公众微信（或搜索公众号 zhaodikeji），参与互动，也可进行答疑。



凡参加以上活动，即可获得兆迪科技免费奉送的价值 48 元的在线课程一门，同时有机会获得价值 780 元的精品在线课程。

本 书 导 读

为了能更好地学习本书的知识，请您仔细阅读下面的内容：

写作环境

本书使用的操作系统为 64 位的 Windows7，系统主题采用 Windows 经典主题。本书采用的写作蓝本是 UG NX 10.0 版。

光盘使用

为方便读者练习，特将本书所有素材文件、已完成的实例文件、配置文件和视频语音讲解文件等放入随书附带的光盘中，读者在学习过程中可以打开相应素材文件进行操作和练习。

本书附多媒体 DVD 光盘 1 张，建议读者在学习本书前，先将 DVD 光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中。在 D 盘上 ug10pd 目录下共有四个子目录。

（1）ugnx10_system_file 子目录：包含一些系统文件。

（2）work 子目录：包含本书的全部素材文件和已完成的范例、实例文件。

（3）video 子目录：包含本书讲解中的视频录像文件（含语音讲解）。读者学习时，可在该子目录中按顺序查找所需的视频文件。

（4）before 子目录：为方便 UG 低版本用户和读者的学习，光盘中特提供了 UG NX 8.0 版本和 UG NX 8.5 版本素材源文件。

光盘中带有“ok”扩展名的文件或文件夹表示已完成的范例。

本书约定

- 本书中有关鼠标操作的简略表述说明如下。
  - ☑ 单击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的左键。
  - ☑ 双击：将鼠标指针移至某位置处，然后连续快速地按两次鼠标的左键。
  - ☑ 右击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的右键。
  - ☑ 单击中键：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的中键。
  - ☑ 滚动中键：只是滚动鼠标的中键，而不能按中键。
  - ☑ 选择（选取）某对象：将鼠标指针移至某对象上，单击以选取该对象。
  - ☑ 拖移某对象：将鼠标指针移至某对象上，然后按下鼠标的左键不放，同时移动鼠标，将该对象移动到指定的位置后再松开鼠标的左键。
- 本书中的操作步骤分为 Task、Stage 和 Step 三个级别，说明如下。
  - ☑ 对于一般的软件操作，每个操作步骤以 Step 字符开始，例如，下面是草绘环境中绘制矩形操作步骤的表述。

    Step1. 单击按钮。

Step2. 在绘图区某位置单击，放置矩形的第一个角点，此时矩形呈“橡皮筋”样变化。

Step3. 单击 XY 按钮，再次在绘图区某位置单击，放置矩形的另一个角点。此时，系统即在两个角点间绘制一个矩形，如图 4.7.13 所示。

- ☑ 每个 Step 操作视其复杂程度，其下面可含有多级子操作，例如 Step1 下可能包含（1）、（2）、（3）等子操作，（1）子操作下可能包含①、②、③等子操作，①子操作下可能包含 a）、b）、c）等子操作。
- ☑ 如果操作较复杂，需要几个大的操作步骤才能完成，则每个大的操作冠以 Stage1、Stage2、Stage3 等，Stage 级别的操作下再分 Step1、Step2、Step3 等操作。
- ☑ 对于多个任务的操作，则每个任务冠以 Task1、Task2、Task3 等，每个 Task 操作下则可包含 Stage 和 Step 级别的操作。

- 由于已建议读者将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中，所以书中在要求设置工作目录或打开光盘文件时，所述的路径均以“D:”开始。

技术支持

本书主编和参编人员均来自北京兆迪科技有限公司，该公司专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务，并提供 UG、Ansys、Adams 等软件的专业培训及技术咨询。读者在学习本书的过程中如果遇到问题，可通过访问该公司的网站 http://www.zalldy.com 来获得技术支持。

咨询电话：010-82176248，010-82176249。

目　　录

前言
本书导读
第 1 章　UG NX 10.0 概述和安装 1
1.1　UG NX 10.0 各模块简介 1
1.2　UG NX 10.0 软件的特点 4
1.3　UG NX 10.0 的安装 5
1.3.1　安装要求 5
1.3.2　安装前的准备 6
1.3.3　安装的一般过程 7
第 2 章　UG NX 10.0 界面与基本设置 9
2.1　创建用户工作文件目录 9
2.2　启动 UG NX 10.0 软件 9
2.3　UG NX 10.0 工作界面 9
2.3.1　用户界面主题 9
2.3.2　用户界面简介 10
2.3.3　工具条及菜单的定制 13
2.3.4　角色设置 16
2.4　鼠标的操作 17
2.5　UG NX 10.0 软件的参数设置 18
2.5.1　“对象”首选项 18
2.5.2　“选择”首选项 19
2.5.3　“用户默认”设置 20
第 3 章　二维草图设计 22
3.1　草图环境中的关键术语 22
3.2　进入与退出草图环境 22
3.3　坐标系简介 24
3.4　草图环境的设置 26
3.5　草图环境中的下拉菜单 26
3.5.1　“插入”下拉菜单 27
3.5.2　“编辑”下拉菜单 27
3.6　草图的绘制 27
3.6.1　草图绘制概述 27
3.6.2　“草图工具”工具条“绘制”部分简介 27
3.6.3　UG 草图介绍 29
3.6.4　绘制直线 29
3.6.5　绘制圆弧 30
3.6.6　绘制圆 31
3.6.7　绘制圆角 31
3.6.8　绘制倒斜角 32
3.6.9　绘制矩形 33
3.6.10　绘制轮廓线 34

3.6.11 绘制派生直线 34
3.6.12 样条曲线 35
3.6.13 点的绘制及“点”对话框 36
3.7 草图的编辑 38
3.7.1 直线的操纵 38
3.7.2 圆的操纵 38
3.7.3 圆弧的操纵 38
3.7.4 样条曲线的操纵 39
3.7.5 制作拐角 39
3.7.6 删除对象 39
3.7.7 复制/粘贴对象 40
3.7.8 快速修剪 40
3.7.9 快速延伸 40
3.7.10 镜像 41
3.7.11 偏置曲线 42
3.7.12 编辑定义截面 42
3.7.13 交点 44
3.7.14 相交曲线 44
3.7.15 投影曲线 45
3.8 草图的约束 46
3.8.1 草图约束概述 46
3.8.2 “草图工具”工具条“约束”部分简介 47
3.8.3 添加几何约束 49
3.8.4 添加尺寸约束 50
3.9 修改草图约束 54
3.9.1 显示/移除约束 54
3.9.2 约束的备选解 55
3.9.3 移动尺寸 56
3.9.4 修改尺寸值 56
3.9.5 动画尺寸 57
3.9.6 转换至/自参考对象 58
3.10 草图的管理 58
3.10.1 定向视图到草图 59
3.10.2 定向视图到模型 59
3.10.3 重新附着 59
3.10.4 创建定位尺寸 59
3.10.5 延迟计算与评估草图 60
3.10.6 更新模型 60
3.11 草图范例 1 60
3.12 草图范例 2 62

第 4 章 一般产品零件的设计 65
4.1 三维建模概述 65
4.1.1 建模方式 65
4.1.2 基本的三维模型 66
4.1.3 “特征”与三维建模 66
4.2 UG NX 10.0 文件操作 68
4.2.1 新建文件 68
4.2.2 打开文件 69
4.2.3 文件保存 69
4.2.4 关闭部件和退出 UG NX 10.0 70
4.3 体素 71

4.3.1　基本体素 71
4.3.2　在基础体素上添加其他体素 77
4.4　布尔操作 79
4.4.1　布尔操作概述 79
4.4.2　布尔求和操作 79
4.4.3　布尔求差操作 80
4.4.4　布尔求交操作 81
4.4.5　布尔出错消息 81
4.5　拉伸特征 82
4.5.1　拉伸特征简述 82
4.5.2　创建基础拉伸特征 82
4.5.3　添加其他特征 86
4.6　旋转特征 90
4.6.1　旋转特征简述 90
4.6.2　矢量 91
4.6.3　创建旋转特征的一般过程 92
4.7　倒斜角 93
4.8　边倒圆 94
4.9　UG NX 10.0 的部件导航器 96
4.9.1　部件导航器概述 96
4.9.2　部件导航器界面简介 97
4.9.3　部件导航器的作用与操作 98
4.10　对象操作 100
4.10.1　控制对象模型的显示 101
4.10.2　删除对象 101
4.10.3　隐藏与显示对象 102
4.10.4　编辑对象的显示 103
4.10.5　分类选择 103
4.10.6　对象的视图布局 105
4.10.7　全屏显示 106
4.11　UG NX 10.0 中图层的使用 106
4.11.1　图层的基本概念 106
4.11.2　设置图层 106
4.11.3　视图中的可见图层 109
4.11.4　移动至图层 109
4.11.5　复制至图层 110
4.11.6　图层的应用实例 110
4.12　常用的基准特征 112
4.12.1　基准平面 112
4.12.2　基准轴 118
4.12.3　基准点 121
4.12.4　基准坐标系 128
4.13　孔 134
4.14　螺纹 136
4.15　拔模 138
4.16　抽壳 140
4.17　特征的编辑 141
4.17.1　编辑参数 142
4.17.2　编辑位置 143
4.17.3　特征移动 143
4.17.4　特征重排序 144
4.17.5　特征的抑制与取消抑制 145

4.18 扫掠特征 146
4.19 凸台 147
4.20 腔体 148
4.21 垫块 152
4.22 键槽 152
4.23 槽 155
4.24 三角形加强筋（肋） 157
4.25 缩放 159
4.26 模型的关联复制 160
4.26.1 抽取几何特征 160
4.26.2 阵列特征 163
4.26.3 镜像特征 165
4.27 特征的变换 166
4.27.1 比例变换 167
4.27.2 通过一直线作镜像 169
4.27.3 变换命令中的矩形阵列 170
4.27.4 变换命令中的圆形阵列 171
4.28 UG 零件设计实际应用 1——电器盖 172
4.29 UG 零件设计实际应用 2——轮毂 177
4.30 UG 零件设计实际应用 3——轴箱 179
4.31 UG 零件设计实际应用 4——减速器箱体 182
4.32 UG 零件设计实际应用 5——制动踏板 184
4.33 UG 零件设计实际应用 6——蝶形螺母 185
4.34 UG 零件设计实际应用 7——涡轮 185
第 5 章 曲面产品的设计 186
5.1 曲面设计概要 186
5.1.1 曲面设计的发展概况 186
5.1.2 曲面造型的数学概念 187
5.1.3 曲面造型方法 188
5.1.4 光顺曲面的设计技巧 190
5.2 曲线设计 192
5.2.1 基本空间曲线 192
5.2.2 高级空间曲线 197
5.2.3 派生曲线 201
5.2.4 来自体的曲线 208
5.3 曲线曲率分析 211
5.4 创建简单曲面 212
5.4.1 曲面网格显示 212
5.4.2 创建拉伸和旋转曲面 214
5.4.3 有界平面的创建 215
5.4.4 曲面的偏置 216
5.4.5 曲面的抽取 217
5.5 创建自由曲面 218
5.5.1 网格曲面 218
5.5.2 一般扫掠曲面 222
5.5.3 沿引导线扫掠 227
5.5.4 样式扫掠 227
5.5.5 变化扫掠 229
5.5.6 管道 230
5.5.7 桥接曲面 231
5.5.8 艺术曲面 232

5.5.9 N 边曲面 234
5.6 曲面分析 237
5.6.1 曲面连续性分析 237
5.6.2 反射分析 238
5.7 曲面的编辑 240
5.7.1 曲面的修剪 240
5.7.2 曲面的延伸 244
5.7.3 X – 成形 246
5.7.4 曲面的变形 249
5.7.5 曲面的边缘 251
5.7.6 曲面的缝合与实体化 255
5.8 曲面中的倒圆角 257
5.8.1 边倒圆 258
5.8.2 面倒圆 259
5.8.3 软倒圆 262
5.9 UG 曲面产品设计实际应用 1 265
5.10 UG 曲面产品设计实际应用 2 269
5.11 UG 曲面产品设计实际应用 3 275
5.12 UG 曲面产品设计实际应用 4 278
5.13 UG 曲面产品设计实际应用 5 279
第 6 章 钣金产品的设计 280
6.1 钣金设计概述 280
6.2 UG NX 10.0 钣金概述 280
6.2.1 UG NX 10.0 钣金设计特点 280
6.2.2 UG NX 10.0 钣金设计基础过程 281
6.3 NX 钣金模块导入 281
6.3.1 NX 钣金模块的工作界面 281
6.3.2 NX 钣金模块的菜单及工具栏 283
6.3.3 NX 钣金模块的首选项设置 283
6.4 基础钣金特征 287
6.4.1 突出块 287
6.4.2 弯边 290
6.4.3 轮廓弯边 295
6.4.4 法向除料 297
6.5 钣金的折弯与展开 299
6.5.1 钣金折弯 299
6.5.2 伸直 302
6.5.3 重新折弯 303
6.5.4 将实体零件转换到钣金件 303
6.5.5 展平实体 305
6.6 高级钣金特征 307
6.6.1 凹坑 307
6.6.2 冲压除料 310
6.6.3 实体冲压 313
6.7 钣金设计综合应用 1 318
6.8 钣金设计综合应用 2 322
6.9 钣金设计综合应用 3 324
第 7 章 产品的装配设计 328
7.1 装配概述 328
7.2 装配环境中的下拉菜单及工具条 329

7.3 装配导航器......332
7.3.1 功能概述......332
7.3.2 预览面板和相依性面板......333
7.4 组件的装配约束说明......334
7.4.1 “装配约束”对话框......334
7.4.2 “接触”约束......336
7.4.3 “中心”约束......336
7.4.4 “角度”约束......336
7.4.5 “平行”约束......337
7.4.6 “垂直”约束......337
7.4.7 “距离”约束......337
7.4.8 “固定”约束......338
7.5 装配的一般过程......338
7.5.1 概述......338
7.5.2 添加第一个部件......338
7.5.3 添加第二个部件......339
7.5.4 引用集......341
7.6 部件的阵列......342
7.6.1 部件的“参考”阵列......342
7.6.2 部件的“线性”阵列......342
7.6.3 部件的“圆形”阵列......343
7.7 编辑装配体中的部件......344
7.8 爆炸图......345
7.8.1 爆炸图工具条......345
7.8.2 新建/删除爆炸图......346
7.8.3 编辑爆炸图......347
7.9 简化装配......349
7.9.1 简化装配概述......349
7.9.2 简化装配操作......350
7.10 多截面动态剖......352
7.11 模型的外观处理......353
7.12 装配设计范例 1——丝杆传动机构装配......357
7.13 装配设计范例 2——轴箱装配......362

第 8 章 产品的测量与分析......364
8.1 模型的测量......364
8.1.1 测量距离......364
8.1.2 测量角度......366
8.1.3 测量曲线长度......367
8.1.4 测量面积及周长......367
8.1.5 测量最小半径......368
8.2 模型的基本分析......369
8.2.1 模型的质量属性分析......369
8.2.2 模型的偏差分析......370
8.2.3 模型的几何对象检查......370
8.2.4 装配干涉检查......371

第 9 章 产品的自顶向下设计......373
9.1 自顶向下产品设计概述......373
9.2 WAVE 几何链接器......373
9.3 自顶向下设计一般过程和方法......375
9.4 自顶向下设计综合应用——手提式手电设计......385

9.4.1 创建一级主控件——骨架模型 385
9.4.2 创建二级主控件 399
9.4.3 创建右侧壳体 400
9.4.4 创建左侧壳体 404
9.4.5 创建玻璃镜片 408
9.4.6 创建灯罩 409
9.4.7 创建开关 411
9.4.8 编辑模型显示 413

第 10 章 产品的运动仿真与分析 414

10.1 运动仿真概述 414
10.1.1 进入运动仿真模块 414
10.1.2 运动仿真模块中的菜单及按钮 415
10.1.3 运动仿真参数设置 417
10.1.4 运动仿真流程 419
10.2 连杆和运动副 420
10.2.1 连杆 420
10.2.2 运动副和驱动 423
10.3 力学对象 427
10.4 创建解算方案 428
10.5 运动分析 429
10.5.1 动画 429
10.5.2 图表 430
10.5.3 填充电子表格 432
10.5.4 智能点、标记与传感器 433
10.5.5 干涉、测量与跟踪 435
10.6 编辑仿真 440
10.6.1 编辑运动对象 440
10.6.2 主模型尺寸 440
10.6.3 函数编辑器 441
10.7 运动仿真与分析综合应用 441

第 11 章 产品的工程图设计（基础） 447

11.1 工程图概述 447
11.1.1 工程图的重要性 447
11.1.2 UG NX10.0 工程图特点 448
11.1.3 工程图的组成 448
11.1.4 工程图环境中的下拉菜单与工具条 449
11.1.5 部件导航器 452
11.2 工程图参数预设置 454
11.2.1 工程图参数设置 454
11.2.2 原点参数设置 454
11.2.3 注释参数设置 455
11.2.4 截面线参数设置 455
11.2.5 视图参数设置 455
11.2.6 标记参数设置 457
11.3 图样管理 457
11.3.1 新建工程图 458
11.3.2 编辑已存图样 458
11.4 视图的创建与编辑 459
11.4.1 基本视图 459
11.4.2 视图的操作 462

11.4.3 视图的样式 463
11.4.4 局部放大图 466
11.4.5 全剖视图 468
11.4.6 半剖视图 469
11.4.7 旋转剖视图 469
11.4.8 阶梯剖视图 470
11.4.9 局部剖视图 471
11.4.10 断开视图 472
11.4.11 显示与更新视图 473
11.4.12 对齐视图 474
11.4.13 编辑视图 475
11.5 标注与符号 478
11.5.1 尺寸标注 478
11.5.2 注释编辑器 480
11.5.3 基准符号标注 483
11.5.4 形位公差标注 483
11.5.5 中心线 484
11.5.6 表面粗糙度符号 486
11.5.7 标识符号 487
11.5.8 自定义符号 487
11.6 钣金工程图 489
11.6.1 钣金工程图概述 489
11.6.2 钣金工程图设置 489
11.6.3 创建钣金展开视图 491
11.6.4 钣金工程图范例 494
11.7 UG 工程图设计综合实际应用 500
第 12 章 产品的工程图设计（高级） 508
12.1 工程图的打印出图 508
12.2 在图纸页上放置图像 509
12.3 定制符号 510
12.3.1 创建定制符号库 510
12.3.2 创建新的定制符号 511
12.3.3 在图纸中插入定制符号 514
12.3.4 编辑定制符号 517
12.3.5 更新定制符号 518
12.4 跟踪图纸更改 519
12.4.1 创建快照数据 519
12.4.2 叠加 CGM 520
12.4.3 打开与关闭跟踪更改 521
12.4.4 比较报告 521
12.5 GC 工具箱 524
12.5.1 属性工具 524
12.5.2 替换模板 526
12.5.3 图纸拼接 527
12.5.4 导出零件明细表 528
12.5.5 装配序号排序 530
12.5.6 创建点坐标列表 531
12.5.7 添加技术要求 534
12.5.8 创建网格线 535
12.5.9 尺寸标注样式 537
12.5.10 尺寸排序 542

第 13 章　产品的有限元分析 544
13.1　有限元分析概述 544
13.1.1　有限元 CAE 设计的优势 544
13.1.2　进入运动仿真模块 544
13.1.3　高级仿真模块中工具栏介绍 545
13.1.4　UG NX 10.0 有限元分析流程 550
13.2　有限元分析一般过程 550
13.3　组件有限元分析应用 559
13.4　梁结构有限元分析应用 565
13.5　壳结构有限元分析应用 570
第 14 章　产品的外观设置与渲染 576
14.1　材料/纹理 576
14.1.1　材料/纹理对话框 576
14.1.2　材料编辑器 576
14.2　灯光效果 580
14.2.1　基本光源 581
14.2.2　高级光源 582
14.3　展示室环境设置 583
14.3.1　编辑器 583
14.3.2　查看转台 583
14.4　基本场景设置 584
14.4.1　背景 585
14.4.2　舞台 585
14.4.3　反射 586
14.4.4　光源 587
14.4.5　全局照明 587
14.5　视觉效果 588
14.5.1　前景 588
14.5.2　背景 589
14.6　高质量图像 590
14.7　艺术图像 591
14.8　渲染范例 1——机械零件的渲染 592
14.9　渲染范例 2——图像渲染 596
第 15 章　管道布线设计 598
15.1　管道设计概述 598
15.1.1　UG NX 10.0 管道设计工作界面 598
15.1.2　UG NX 10.0 管道设计的工作流程 599
15.2　管道布线综合应用 600
15.2.1　进入管道设计模块 600
15.2.2　管道部件设计 601
15.2.3　创建第一条管道线路 611
15.2.4　创建第二条管道线路 616
15.2.5　创建第三条管道线路 620
15.2.6　创建第四条管道线路 627

第 1 章　UG NX 10.0 概述和安装

1.1　UG NX 10.0 各模块简介

UG NX 10.0 中提供了多种功能模块，它们既相互独立又相互联系。下面将简要介绍 UG NX 10.0 中的一些常用模块及其功能。

1．基本环境

基本环境提供一个交互环境，它允许打开已有的部件文件、创建新的部件文件、保存部件文件、创建工程图、屏幕布局、选择模块、导入和导出不同类型的文件，以及其他一般功能。该环境还提供强化的视图显示操作、屏幕布局和层功能、工作坐标系操控、对象信息和分析以及访问联机帮助。

基本环境是执行其他交互应用模块的先决条件，是用户打开 UG NX 10.0 进入的第一个应用模块。在 UG NX 10.0 中，通过选择 启动 下拉菜单中的 基本环境(G)... 命令，便可以在任何时候从其他应用模块回到基本环境。

2．零件建模

- 实体建模：支持二维和三维的非参数化模型或参数化模型的创建、布尔操作以及基本的相关编辑，它是最基本的建模模块，也是“特征建模”和“自由形状建模”的基础。
- 特征建模：基于特征的建模应用模块，支持如孔、槽等标准特征的创建和相关的编辑，允许抽空实体模型并创建薄壁对象，允许一个特征相对于任何其他特征定位，且对象可以被实例引用建立相关的特征集。
- 自由形状建模：主要用于创建形状复杂的三维模型。该模块中包含一些实用的技术，如沿曲线的一般扫描；使用 1 轨、2 轨和 3 轨方式按比例展开形状；使用标准二次曲线方式的放样形状等。
- 钣金特征建模：该模块是基于特征的建模应用模块，它支持专门的钣金特征，如弯头、肋和裁剪的创建。这些特征可以在 Sheet Metal Design 应用模块中被进一步操作，如钣金部件成形和展开等。该模块允许用户在设计阶段将加工信息整合到所设计的部件中。实体建模和 Sheet Metal Design 模块是运行此应用模块的先决条件。

- 用户自定义特征（UDF）：允许利用已有的实体模型，通过建立参数间的关系、定义特征变量、设置默认值等工具和方法构建用户自己常用的特征。用户自定义特征可以通过特征建模应用模块被任何用户访问。

3．工程图

工程图模块可以由已创建的三维模型自动生成工程图图样，用户也可以使用内置的“曲线/草图”工具手动绘制工程图。“制图”功能支持自动生成图样布局，包括正交视图投影、剖视图、辅助视图、局部放大图以及轴测视图等，也支持视图的相关编辑和自动隐藏线编辑。

4．装配

装配应用模块支持“自顶向下”和“自底向上”的设计方法，提供了装配结构的快速移动，并允许直接访问任何组件或子装配的设计模型。该模块支持“在上下文中设计”的方法，即当工作在装配的上下文中时，可以对任何组件的设计模型做改变。

5．用户界面样式编辑器

“用户界面样式编辑器”是一种可视化的开发工具，允许用户和第三方开发人员生成UG NX 对话框，并生成封装了的有关创建对话框的代码文件，这样用户不需要掌握复杂的图形化用户界面（GUI）的知识，就可以轻松改变 UG NX 10.0 的界面。

6．加工

加工模块用于数控加工模拟及自动编程，可以进行一般的 2 轴及 2.5 轴铣削，也可以进行 3 轴到 5 轴的加工；可以模拟数控加工的全过程；支持线切割等加工操作；还可以根据加工机床控制器的不同来定制后处理程序，因而生成的指令文件可直接应用于用户的特定数控机床，而不需要修改指令，便可进行加工。

7．分析

- 模流（Moldflow）分析：该模块用于在注射模中分析熔化塑料的流动，在部件上构造有限元网格并描述模具的条件与塑料的特性，利用分析包反复运行以决定最佳条件，减少试模的次数，并可以产生表格和图形文件两种结果。此模块能节省模具设计和制造的成本。
- Motion 应用模块：该模块提供了精密、灵活的综合运动分析。它有以下几个特点：提供机构链接设计的所有方面，从概念到仿真原型；它的设计和编辑能力允许用户开发任一连杆机构，完成运动学分析，且提供多种格式的分析结果，同时可将

该结果提供给第三方运动学分析软件进行进一步分析。

- 智能建模（ICAD）：该模块可在 ICAD 和 NX 之间启用线框和实体几何体的双向转换。ICAD 是一种基于知识的工程系统，它允许描述产品模型的信息（物理属性诸如几何体、材料类型以及函数约束），并进行相关处理。

8．编程语言

- 图形交互编程（GRIP）：这是一种在很多方面与 FORTRAN 类似的编程语言，使用类似于英语的词汇，GRIP 可以在 NX 及其相关应用模块中完成大多数的操作。在某些情况下，GRIP 可用于执行高级的定制操作，这比在交互的 NX 中执行更高效。
- NX Open C 和 C++ API 编程：这是使程序开发能够与 NX 组件、文件和对象数据交互操作的编程界面。

9．质量控制

- VALISYS：利用该应用模块可以将内部的 Open C 和 C++ API 集成到 NX 中，该模块也提供单个加工部件的 QA（审查、检查和跟踪等）。
- DMIS：该应用模块允许用户使用坐标测量机（CMM）对 NX 几何体编制检查路径，并从测量数据生成新的 NX 几何体。

10．机械布管

利用机械布管模块可对 UG NX 10.0 装配体进行管路布线。例如，将管道和软管从燃料箱连接到发动机不同的喷射点上。

11．钣金（Sheet Metal）

钣金模块提供了基于参数、特征方式的钣金零件建模功能，并提供对模型的编辑功能和零件的制造过程，还提供对钣金模型展开和折叠的模拟操作。

12．电子表格

电子表格程序提供在 Xess 或 Excel 电子表格与 UG NX 10.0 之间的智能界面。可以使用电子表格执行以下操作。

- 从标准表格布局中构建部件主题或族。
- 使用分析场景扩大模型设计。
- 使用电子表格计算优化几何体。
- 将商业议题整合到部件设计中。
- 编辑 UG NX 10.0 复合建模的表达式——提供 UG NX 10.0 和 Xess 电子表格之间概

念模型数据的无缝转换。

13．电气线路

电气线路使电气系统设计者能够在用于描述产品机械装配的相同 3D 空间内创建电气配线。电气线路将所有相关电气元件定位于机械装配内，并生成建议的电气线路中心线，然后将全部相关的电气元件从一端发送到另一端，而且允许在相同的环境中生成并维护封装设计和电气线路安装图。

注意：以上有关 UG NX 10.0 的功能模块的介绍仅供参考，如有变动应以 UGS 公司的最新相关正式资料为准，特此说明。

1.2　UG NX 10.0 软件的特点

UG NX 10.0 系统在数字化产品的开发设计领域具有以下几大特点。

- 创新性的用户界面把高端功能与易用性和易学性相结合。

UG NX 10.0 建立在 UG NX 5.0 中引入的基于角色的用户界面基础之上，把此方法的覆盖范围扩展到整个应用程序，以确保在核心产品领域里的一致性。

为了提供一个能够随着用户技能水平增长而成长并且保持用户效率的系统，UG NX 10.0 以可定制的、可移动弹出的工具条为特征。移动弹出工具条减少了用户的鼠标移动，并且使其能够把他们常用的功能集成到由简单操作过程所控制的动作之中。

- 完整统一的全流程解决方案。

UG 产品开发解决方案完全受益于 Teamcenter 的工程数据和过程管理功能。通过 UG NX 10.0，进一步扩展了 UG 和 Teamcenter 之间的集成。利用 UG NX 10.0，能够在 UG 中查看来自 Teamcenter Product Structure Editor（产品结构编辑器）的更多数据，为用户提供了关于结构以及相关数据更加全面的表示。

UG NX 10.0 系统无缝集成的应用程序能快速传递产品和工艺信息的变更，从概念设计到产品的制造加工，可使用一套统一的方案把产品开发流程中涉及的学科融合到一起。在 CAD 和 CAM 方面，大量吸收逆向软件 Imageware 的操作方式以及曲面方面的命令；在钣金设计等方面，吸收 SolidEdge 先进的操作方式；在 CAE 方面，增加 I-DEAS 的前后处理程序及 NX Nastran 求解器；同时 UG NX 10.0 使用户在产品开发过程中，在 UGS 先进的 PLM（产品生命周期管理）Teamcenter 环境的管理下，可以随时与系统进行数据交流。

- 可管理的开发环境。

UG NX 10.0 系统可以通过 NX Manager 和 Teamcenter 工具把所有的模型数据进行紧密

集成，并实施同步管理，进而实现在一个结构化的协同环境中转换产品的开发流程。UG NX 10.0 采用的可管理的开发环境，增强了产品开发应用程序的性能。

Teamcenter 项目支持。利用 UG NX 10.0，用户能够在创建或保存文件时分配项目数据（既可以是单一项目，也可以是多个项目）。扩展的 Teamcenter 导航器，使用户能够立即把 Project（项目）分配到多个条目（Item）。可以过滤 Teamcenter 导航器，以便只显示基于 Project 的对象，使用户能够清楚了解整个设计的内容。

- 知识驱动的自动化。

使用 UG NX 10.0 系统，用户可以在产品开发的过程中获取产品及其设计制造过程的信息，并将其重新用到开发过程中，以实现产品开发流程的自动化，最大程度地重复利用知识。

- 数字化仿真、验证和优化。

利用 UG NX 10.0 系统中的数字化仿真、验证和优化工具，可以减少产品的开发费用，实现产品开发的一次成功。用户在产品开发流程的每一个阶段，通过使用数字化仿真技术，核对概念设计与功能要求的差异，以确保产品的质量、性能和可制造性符合设计标准。

- 系统的建模能力。

UG NX 10.0 基于系统的建模，允许在产品概念设计阶段快速创建多个设计方案并进行评估，特别是对于复杂的产品，利用这些方案能有效地管理产品零部件之间的关系。在开发过程中还可以创建高级别的系统模板，在系统和部件之间建立关联的设计参数。

1.3　UG NX 10.0 的安装

1.3.1　安装要求

1．硬件要求

UG NX 10.0 软件系统可在工作站（Workstation）或个人计算机（PC）上运行，如果安装在个人计算机上，为了保证软件安全和正常使用，对计算机硬件的要求如下。

- CPU 芯片：一般要求 Pentium 3 以上，推荐使用 Intel 公司生产的“酷睿”系列双核心以上的芯片。
- 内存：一般要求为 256MB 以上。如果要装配大型部件或产品，进行结构、运动仿真分析或产生数控加工程序，则建议使用 1024MB 以上的内存。
- 显卡：一般要求支持 Open_GL 的 3D 显卡，分辨率为 1024×768 以上，推荐使用 64MB 以上的显卡。如果显卡性能太低，打开软件后，其会自动退出。

- 网卡：以太网卡。
- 硬盘：安装 UG NX 10.0 软件系统的基本模块，需要 3.5GB 左右的硬盘空间，考虑到软件启动后虚拟内存及获取联机帮助的需要，建议在硬盘上准备 4.2GB 以上的空间。
- 鼠标：强烈建议使用三键（带滚轮）鼠标，如果使用二键鼠标或不带滚轮的三键鼠标，会极大地影响工作效率。

2．操作系统要求

- 操作系统：UG NX 10.0 不能在 32 位系统上安装，推荐使用 Windows 7 64 位系统；Internet Explorer 要求 IE8 或 IE9；Excel 和 Word 版本要求 2007 版或 2010 版。
- 硬盘格式：建议 NTFS 格式，FAT 也可。
- 网络协议：TCP/IP 协议。
- 显卡驱动程序：分辨率为 1024×768 以上，真彩色。

1.3.2 安装前的准备

1．安装前的计算机设置

为了更好地使用 UG NX 10.0，在软件安装前需要对计算机系统进行设置，主要是操作系统的虚拟内存设置。设置虚拟内存的目的是为软件系统进行几何运算预留临时存储数据的空间。各类操作系统的设置方法基本相同，下面以 Windows XP Professional 操作系统为例说明设置过程。

Step1. 选择 Windows 的 开始 → 控制面板(C) 命令。

Step2. 在控制面板中单击 系统 图标，然后在弹出的“系统”窗口中单击 高级系统设置 命令。

Step3. 在“系统属性”对话框中单击 高级 选项卡，在 性能 区域中单击 设置(S) 按钮。

Step4. 在 “性能选项”对话框中单击 高级 选项卡，在 虚拟内存 区域中单击 更改(C) 按钮。

Step5. 在该对话框中取消选中 □ 自动管理所有驱动器的分页文件大小(A) 复选框，然后选中 ⊙ 自定义大小(C): 单选项；可在 初始大小(MB)(I): 后的文本框中输入虚拟内存的最小值，在 最大值(MB)(X): 后的文本框中输入虚拟内存的最大值。虚拟内存的大小可根据计算机硬盘空间的大小进行设置，但初始大小至少要达到物理内存的 2 倍，最大值可达到物理内存的 4 倍以上。例如，用户计算机的物理内存为 256MB，初始值一般设置为 512MB，最大值可设置为 1024MB；如果装配大型部件或产品，建议将初始值设置为 1024MB，最大值设置为

2048MB。单击 设置(S) 和 确定 按钮后，计算机会提示用户重新启动机器后设置才生效，然后一直单击 确定 按钮。重新启动计算机后，完成设置。

2．查找计算机的名称

下面介绍查找计算机名称的操作。

Step1．选择 Windows 的 开始 → 控制面板(C) 命令。

Step2．在控制面板中单击 系统 图标，然后在弹出的“系统”窗口中单击 高级系统设置 命令。

Step3．在图 1.3.1 所示的“系统属性”对话框中单击 计算机名 选项卡，即可看到在 计算机全名: 位置显示出当前计算机的名称。



图 1.3.1 “系统属性”对话框

1.3.3 安装的一般过程

Stage1．在服务器上准备好许可证文件

Step1．首先将合法获得的 UG NX 10.0 许可证文件 NX10.0.lic 复制到计算机中的某个位置，例如 C:\ug10pd\NX10.0.lic。

Step2．修改许可证文件并保存，如图 1.3.2 所示。

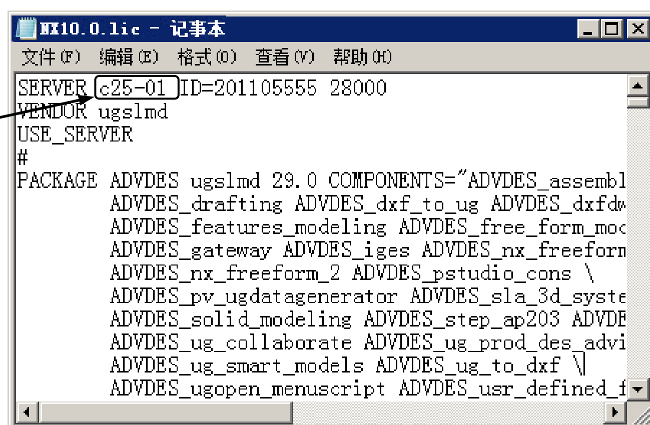
Stage2．安装许可证管理模块

Step1．将 UG NX 10.0 软件（NX 10.0.0.24 版本）安装光盘放入光驱内（如果已经将系统安装文件复制到硬盘上，可双击系统安装目录下的 Launch.exe 文件），等待片刻后，会弹出“NX 10.0 Software Installation”对话框，在此对话框中单击 Install License Server 按钮。

Step2．系统弹出“UGSLicensing – InstallShield Wizard”对话框，接受系统默认的语言

简体中文 ▼，单击 确定 按钮。

此处的字符已替换为本机的计算机名称


NX10.0.lic - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

```
SERVER c25-01 ID=201105555 28000
VENDOR ugslmd
USE_SERVER
#
PACKAGE ADVDES ugslmd 29.0 COMPONENTS="ADVDES_assembl
        ADVDES_drafting ADVDES_dxf_to_ug ADVDES_dxfdw
        ADVDES_features_modeling ADVDES_free_form_moc
        ADVDES_gateway ADVDES_iges ADVDES_nx_freeforn
        ADVDES_nx_freeform_2 ADVDES_pstudio_cons \
        ADVDES_pv_ugdatagenerator ADVDES_sla_3d_syste
        ADVDES_solid_modeling ADVDES_step_ap203 ADVDE
        ADVDES_ug_collaborate ADVDES_ug_prod_des_advi
        ADVDES_ug_smart_models ADVDES_ug_to_dxf \
        ADVDES_ugopen_menuscript ADVDES_usr_defined_f
```

图 1.3.2 修改许可证文件

Step3. 等待片刻后，在 “Siemens PLM License Server v6.4.2.1” 对话框中单击 下一步(N) > 按钮。

Step4. 在 “Siemens PLM License Server v6.4.2.1” 对话框中接受系统默认安装路径，单击 下一步(N) > 按钮。

Step5. 在 “Siemens PLM License Server v6.4.2.1” 对话框中单击 选择(O)... 按钮，找到目录 C:\ug10.0 下的许可证文件 NX10.0.lic，单击 下一步(N) > 按钮。

Step6. 在 “Siemens PLM License Server v6.4.2.1” 对话框中单击 安装(I) 按钮。

Step7. 系统显示安装进度，等待片刻后，在“Siemens PLM License Server v6.4.2.1”对话框中单击 完成(F) 按钮，完成许可证的安装。

Stage3. 安装 UG NX 10.0 软件主体

Step1. 在“NX 10.0 Software Installation”对话框中单击 Install NX 按钮。

Step2. 系统弹出“Siemens NX 10.0 – InstallShield Wizard”对话框，接受系统默认的语言 中文（简体）▼，单击 确定(O) 按钮。

Step3. 数秒钟后，单击其中的 下一步(N) > 按钮。

Step4. 采用系统默认的安装类型 ⊙ 完整安装(O) 单选项，单击 下一步(N) > 按钮。

Step5. 接受系统默认的路径，单击 下一步(N) > 按钮。

Step6. 在“Siemens NX 10.0 – InstallShield Wizard”对话框中，确认 输入服务器名或许可证文件。 文本框中的“28000@”后面已是本机的计算机名称，单击 下一步(N) > 按钮。

Step7. 选中 ⊙ 简体中文 单选项，单击 下一步(N) > 按钮。

Step8. 在“Siemens NX 10.0 – InstallShield Wizard”对话框中单击 安装(I) 按钮。

Step9. 系统显示安装进度，等待片刻后，在“Siemens NX 10.0 – InstallShield 向导”对话框中单击 完成(F) 按钮，完成安装。

第 2 章　UG NX 10.0 界面与基本设置

2.1　创建用户工作文件目录

使用 UG NX 10.0 软件时，应该注意文件的目录管理。如果文件管理混乱，会造成系统找不到正确的相关文件，从而严重影响 UG NX 10.0 软件的全相关性，同时也会使文件的保存、删除等操作产生混乱，因此应按照操作者的姓名、产品名称（或型号）建立用户文件目录，如本书要求在 E 盘上创建一个名为 ug-course 的文件目录（如果用户的计算机上没有 E 盘，在 C 盘或 D 盘上创建也可）。

2.2　启动 UG NX 10.0 软件

一般来说，有两种方法可启动并进入 UG NX 10.0 软件环境。

方法一：双击 Windows 桌面上的 UG NX 10.0 软件的快捷图标。

说明：如果软件安装完毕后，桌面上没有 UG NX 10.0 软件快捷图标，请参考采用下面介绍的方法二启动软件。

方法二：从 Windows 系统“开始”菜单进入 UG NX 10.0，操作方法如下。

Step1. 单击 Windows 桌面左下角的开始按钮。

Step2. 选择所有程序 → Siemens NX 10.0 → NX 10.0 命令，进入 UG NX 10.0 软件环境。

2.3　UG NX 10.0 工作界面

2.3.1　用户界面主题

启动软件后，一般情况下系统默认显示的是图 2.3.1 所示的 “轻量级”界面主题，由于大部分 UG NX 用户仍然习惯在早期版本中的“经典”界面主题下使用软件，本书的写作界面将采用“经典”界面主题，读者可以按照以下方法进行界面主题设置。

Step1. 单击软件界面左上角的文件(F)按钮。

Step2. 选择首选项(P) → 用户界面(I)... 命令，系统弹出如图 2.3.2 所示的“用户界面首选项”对话框。

Step3. 在“用户界面首选项”对话框中单击布局选项组，选中右侧用户界面环境区域中的 ⊙ 经典工具条 单选项，再选中提示行/状态行位置区域中的 ⊙ 顶面 单选项。



图 2.3.1 “轻量级”界面主题

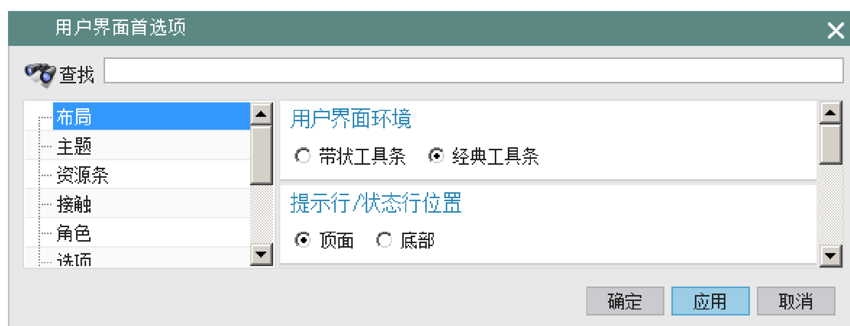


图 2.3.2 “用户界面首选项”对话框

Step4. 在“用户界面首选项”对话框中单击主题选项，然后在NX 主题下拉列表中选择域中的经典选项。

Step5. 在“用户界面首选项”对话框中单击 确定 按钮，完成界面设置，如图 2.3.3 所示。

说明：如果要在“经典”界面中修改用户界面，可以选择首选项(P) ➡ 用户界面(I)...命令，即可在“用户界面首选项”对话框中进行设置。

2.3.2 用户界面简介

在学习本节时，请先打开文件 D:\ug10pd\work\ch02\BASE_PART.prt。

UG NX 10.0 用户界面包括标题栏、下拉菜单区、顶部工具条按钮区、消息区、图形区、部件导航器区、资源工具条区及底部工具条按钮区，如图 2.3.4 所示。

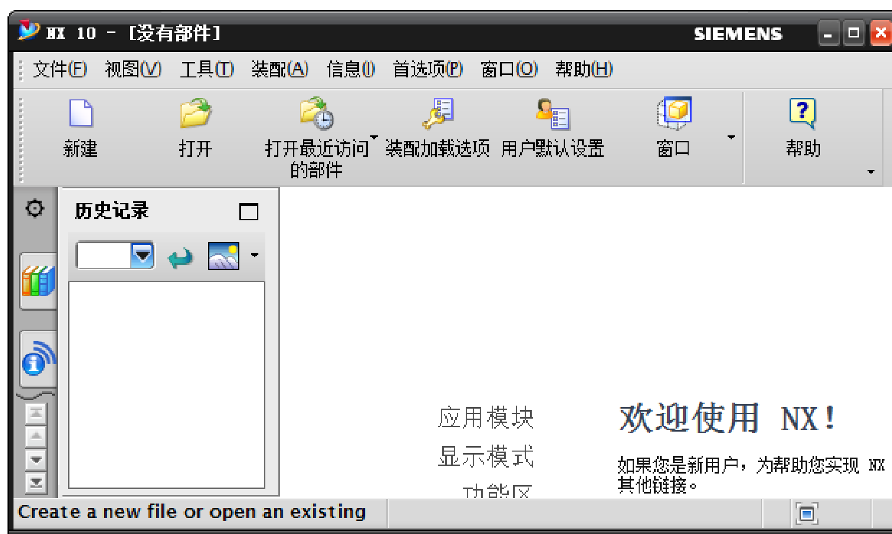


图 2.3.3　“经典”界面主题

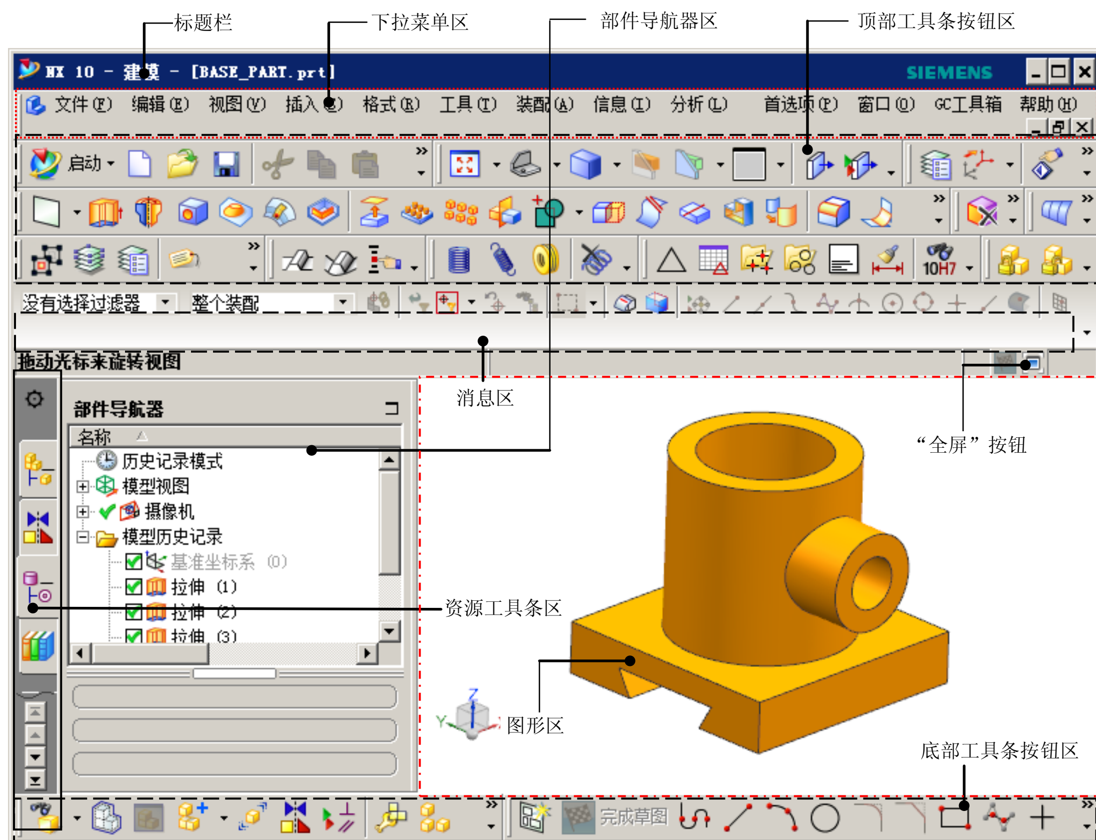


图 2.3.4　UG NX10.0 中文版界面

1．工具条按钮区

工具条中的命令按钮为快速选择命令及设置工作环境提供了极大的方便，用户可以根据具体情况定制工具条。

注意：用户会看到有些菜单命令和按钮处于非激活状态（呈灰色，即暗色），这是因为它们目前还没有处在发挥功能的环境中，一旦它们进入有关的环境，便会自动激活。

2．下拉菜单区

下拉菜单中包含创建、保存、修改模型和设置 UG NX 10.0 环境的所有命令。

3．资源工具条区

资源工具条区包括“装配导航器”“约束导航器”“部件导航器”Internet Explorer、“历史记录”和“系统材料”等导航工具。用户通过该工具条可以方便地进行一些操作。对于每一种导航器，都可以直接在其相应的项目上右击，快速地进行各种操作。

资源工具条区主要选项的功能说明如下。

- “装配导航器”：用于显示装配的层次关系。
- “约束导航器”：用于显示装配的约束关系。
- “部件导航器”：用于显示建模的先后顺序和父子关系。父对象（活动零件或组件）显示在模型树的顶部，其子对象（零件或特征）位于父对象之下。在“部件导航器”中右击，从弹出的快捷菜单中选择时间戳记顺序命令，则按“模型历史”显示。“模型历史树”中列出了活动文件中的所有零件及特征，并按建模的先后顺序显示模型结构。若打开多个 UG NX 10.0 模型，则“部件导航器”只反映活动模型的内容。
- Internet Explorer：用于直接浏览网站。
- “历史记录”：用于显示曾经打开过的部件。
- “系统材料”：用于设定模型的材料。

说明：本书在编写过程中用首选项(P) ➡ 用户界面(I)...命令，将“资源工具条”显示在左侧。

4．图形区

图形区是 UG NX 10.0 用户主要的工作区域，建模的主要过程、绘制前后的零件图形、分析结果和模拟仿真过程等都在这个区域内显示。用户可以直接在图形区中选取相关对象进行操作。

同时还可以选择多种视图操作方式：

方法一：右击图形区，弹出快捷菜单，如图 2.3.5 所示。

方法二：在图形区中按住右键，弹出挤出式菜单，如图 2.3.6 所示。

5．消息区

执行有关操作时，与该操作有关的系统提示信息会显示在消息区。消息区中间有一个可见的边线，左侧是提示栏，用来提示用户如何操作；右侧是状态栏，用来显示系统或图形当前的状态，例如显示选取结果信息等。执行每个操作时，系统都会在提示栏中显示用户必须执行的操作，或者提示下一步操作。对于大多数的命令，用户都可以利用提示栏的提示来完成操作。

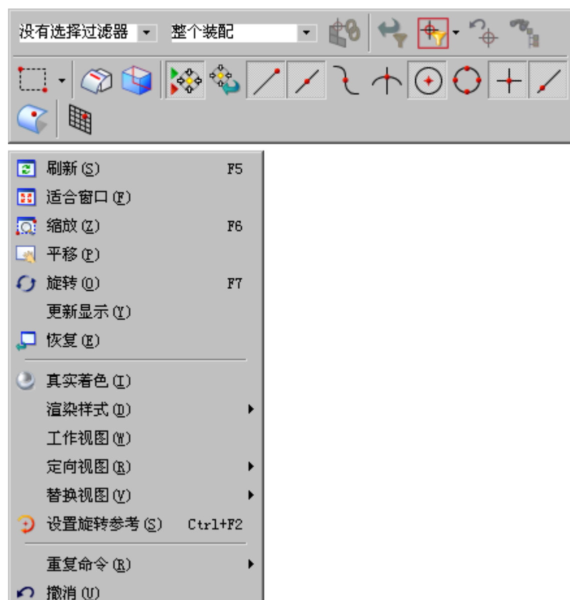


图 2.3.5　快捷菜单

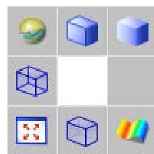


图 2.3.6　挤出式菜单

6．“全屏”按钮

在 UG NX 10.0 中使用“全屏”按钮，允许用户将可用图形窗口最大化。在最大化窗口模式下再次单击“全屏”按钮，即可切换到普通模式。

2.3.3　工具条及菜单的定制

进入 UG NX 10.0 系统后，在建模环境下选择下拉菜单 工具(T) → 定制(Z)... 命令，系统弹出“定制”对话框（图 2.3.7），可对用户界面进行定制。

1．在下拉菜单中定制（添加）命令

在图 2.3.7 所示的“定制”对话框中单击 命令 选项卡，即可打开定制命令的选项卡。通过此选项卡可改变下拉菜单的布局，可以将各类命令添加到下拉菜单中。下面以下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) ▸ → 平面(L)... 命令为例说明定制过程。

在图 2.3.7 中的 类别: 列表框中选择按钮的种类 插入(S)，在 命令: 下拉列表中出现该种类

的所有按钮。

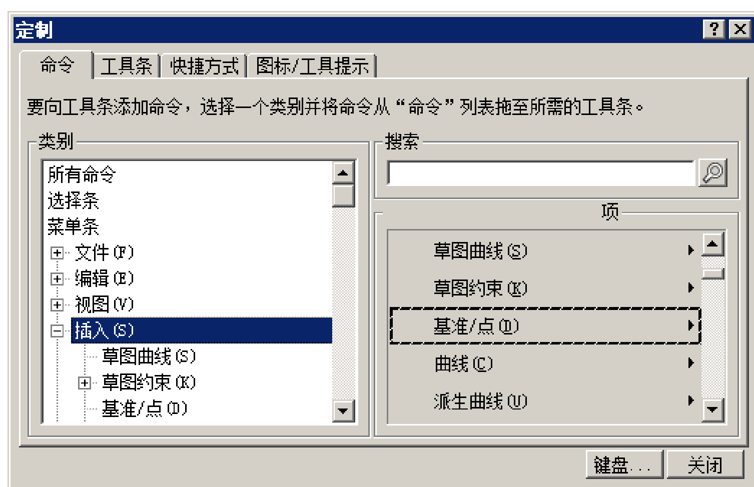


图 2.3.7 “定制”对话框

2．工具条设置

在图 2.3.8 所示的“定制”对话框中单击工具条选项卡，即可打开工具条定制选项卡。通过此选项卡可改变工具条的布局，可以将各类工具条按钮放在屏幕的顶部、左侧或下侧。下面以图 2.3.8 所示的☐ 标准 选项（控制基本操作类工具按钮的选项）为例说明定制过程。

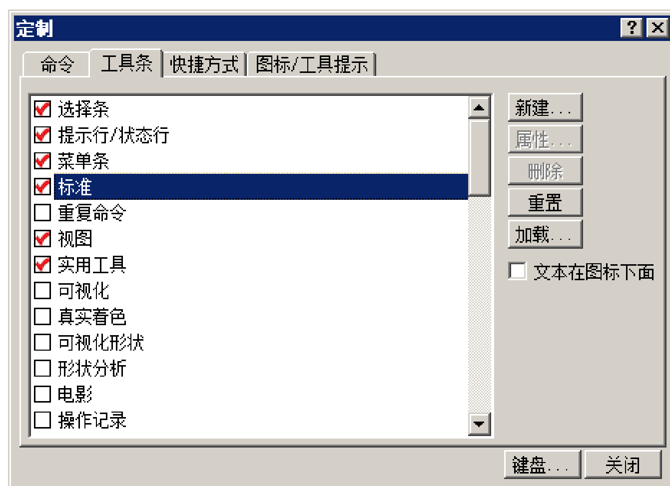


图 2.3.8 “定制”对话框

Step1. 单击☐ 标准 选项中的☐，出现 √ 号，此时可看到标准类的命令按钮出现在界面上。

Step2. 单击 关闭 按钮。

Step3. 添加工具按钮。

（1）单击工具条中的»按钮（图 2.3.9），系统弹出图 2.3.10 所示的工具条。

（2）单击添加或移除按钮▾按钮，弹出一个下拉列表，把鼠标移到相应的列表项（一般是当前工具条的名称），会在后面显示出列表项包含的工具按钮（图 2.3.11），单击每个按钮可

以对该按钮进行显示或隐藏操作。



图 2.3.9 “工具条选项”按钮



图 2.3.10 工具条

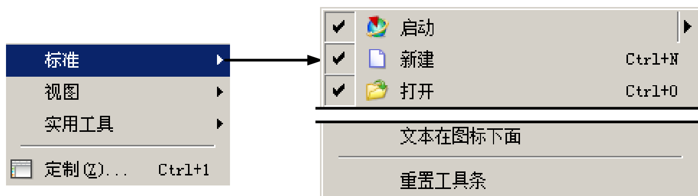


图 2.3.11 显示或隐藏按钮

Step4. 拖动工具条到合适的位置，完成设置。

说明：在“定制”对话框的列表框中，单击其中任何一个选项，可激活 ☑ 文本在图标下面 复选框，选中该复选框可以使工具条中的文本显示。

3. 快捷方式设置

在“定制”对话框中单击 快捷方式 选项卡，可以对快捷菜单和挤出式菜单中的命令及布局进行设置，如图 2.3.12 所示。

4. 图标和工具提示设置

在“定制”对话框中单击 图标/工具提示 选项卡，可以对菜单的显示、工具条图标大小以及菜单图标大小进行设置，如图 2.3.13 所示。

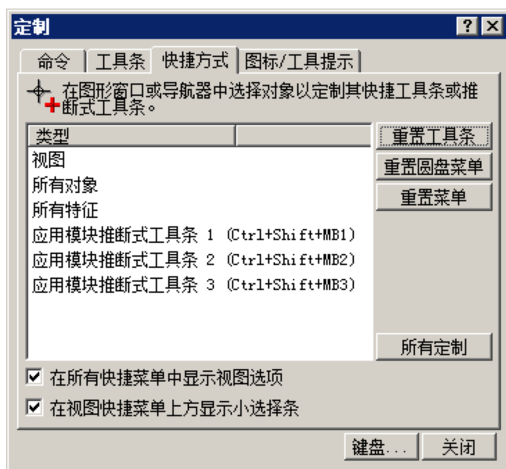


图 2.3.12 “快捷方式”选项卡

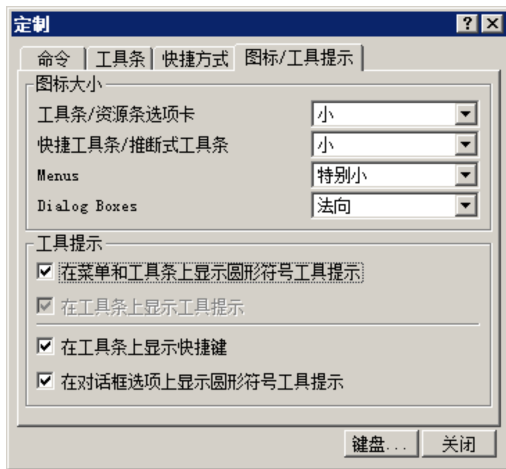


图 2.3.13 “图标/工具提示”选项卡

工具提示是一个消息文本框，用户对鼠标指示的命令和选项进行提示。将鼠标放置在工具中的按钮或者对话框中的某些选项上，就会出现工具提示，如图 2.3.14 所示。

2.3.4 角色设置

角色指的是一个专用的 UG NX 工作界面配置，不同角色中的界面主题、图标大小和菜单位置等设置可能都相同。根据不同使用者的需求，系统提供了几种常用的角色配置，如图 2.3.15 所示。本书中的所有案例都是在“CAM 高级功能”角色中制作，建议读者在学习时使用该角色配置，设置方法如下。

在软件的资源条区单击按钮，然后在系统默认区域中单击（角色 CAM 高级功能）按钮即可。



图 2.3.14 工具提示



图 2.3.15 系统默认角色

读者也可以根据自己的使用习惯和爱好，自己进行界面配置后，将所有设置保存为一个角色文件，这样可以很方便的在本机或其他电脑上调用。自定义角色的操作步骤如下。

Step1. 根据自己的使用习惯和爱好对软件界面进行自定义设置。

Step2. 选择下拉菜单首选项(P) ➡ 用户界面(I)...命令，系统弹出图 2.3.16 所示的“用户界面首选项”对话框，在对话框的左侧选择角色选项。

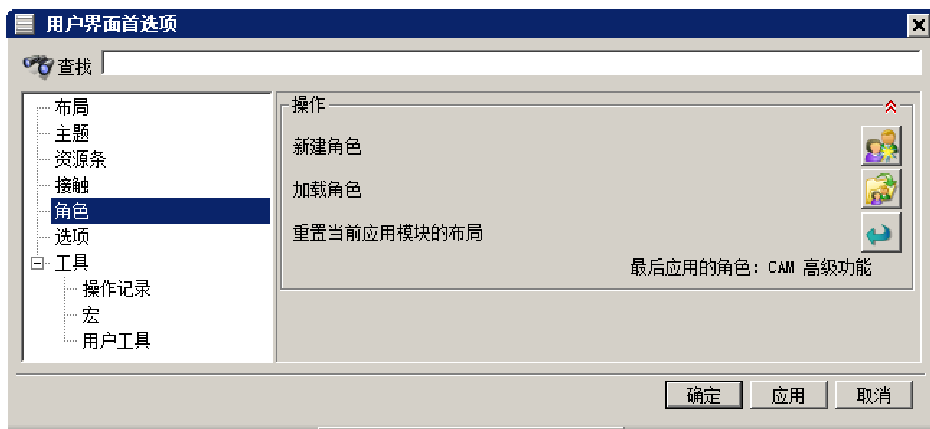


图 2.3.16 “角色”选项

Step3. 保存角色文件。在“用户界面首选项”对话框中单击“新建角色”按钮，系统弹出“新建角色文件”对话框，在文件名(N):区域中输入“myrole”，单击 OK 按钮完成角色文件的保存。

说明：如果要加载现有的角色文件，在“用户界面首选项”对话框中单击“加载角色”按钮，然后在“打开角色文件”对话框选择要加载的角色文件，再单击 OK 按钮即可。

2.4　鼠标的操作

用鼠标可以控制图形区中模型的显示状态。

- 滚动中键滚轮，可以缩放模型：向前滚，模型缩小；向后滚，模型变大。
- 按住中键，移动鼠标，可旋转模型。
- 先按住 Shift 键，然后按住中键，移动鼠标可移动模型。

注意：采用以上方法对模型进行缩放和移动操作时，只是改变模型的显示状态，而不能改变模型的真实大小和位置。

UG NX 10.0 中鼠标中键滚轮对模型的缩放操作可能与早期的版本相反，在早期的版本中是“向前滚，模型变小；向后滚，模型变大”，有读者可能已经习惯这种操作方式，如果要更改缩放模型的操作方式，可以采用以下方法。

Step1. 选择下拉菜单 文件(F) → 实用工具(U) → 用户默认设置(D)... 命令，系统弹出图 2.4.1 所示的“用户默认设置”对话框。

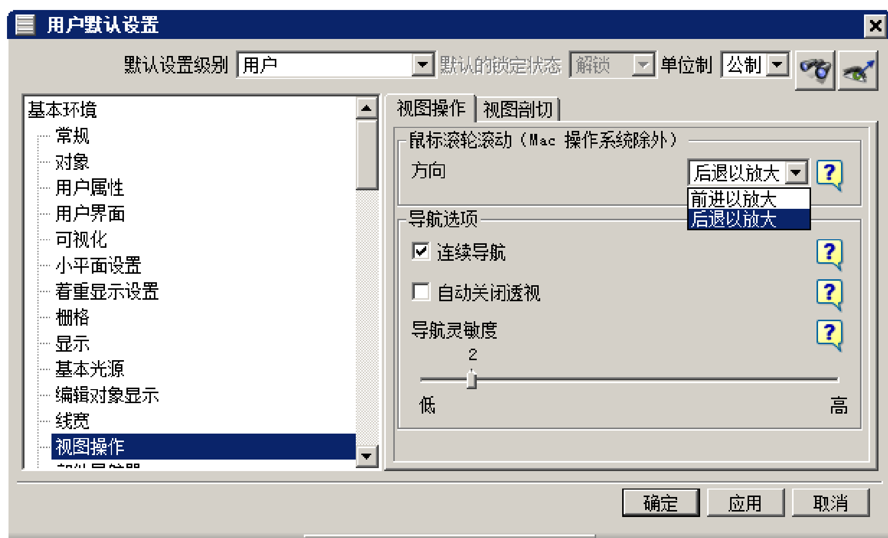


图 2.4.1　“用户默认设置”对话框

Step2. 在对话框左侧单击基本环境选项，然后单击视图操作选项，在对话框右侧视图操作选项卡鼠标滚轮滚动区域中的方向下拉列表中选择后退以放大选项。

Step3. 单击 确定 按钮，重新启动软件，即可完成操作。

2.5 UG NX 10.0 软件的参数设置

在学习本节时，请先打开文件 D:\ug10pd\work\ch02\BASE_PART.prt。

参数设置主要用于设置系统的一些控制参数，通过首选项(P)下拉菜单可以进行参数设置。下面介绍一些常用的设置。

注意：进入到不同的模块时，在预设置菜单上显示的命令有所不同，且每一个模块还有其相应的特殊设置。

2.5.1 “对象”首选项

选择下拉菜单首选项(P) ➞ 对象(O)... 命令，系统弹出“对象首选项”对话框，如图 2.5.1 所示。该对话框主要用于设置对象的属性，如颜色、线型和线宽等（新的设置只对以后创建的对象有效，对以前创建的对象无效）。

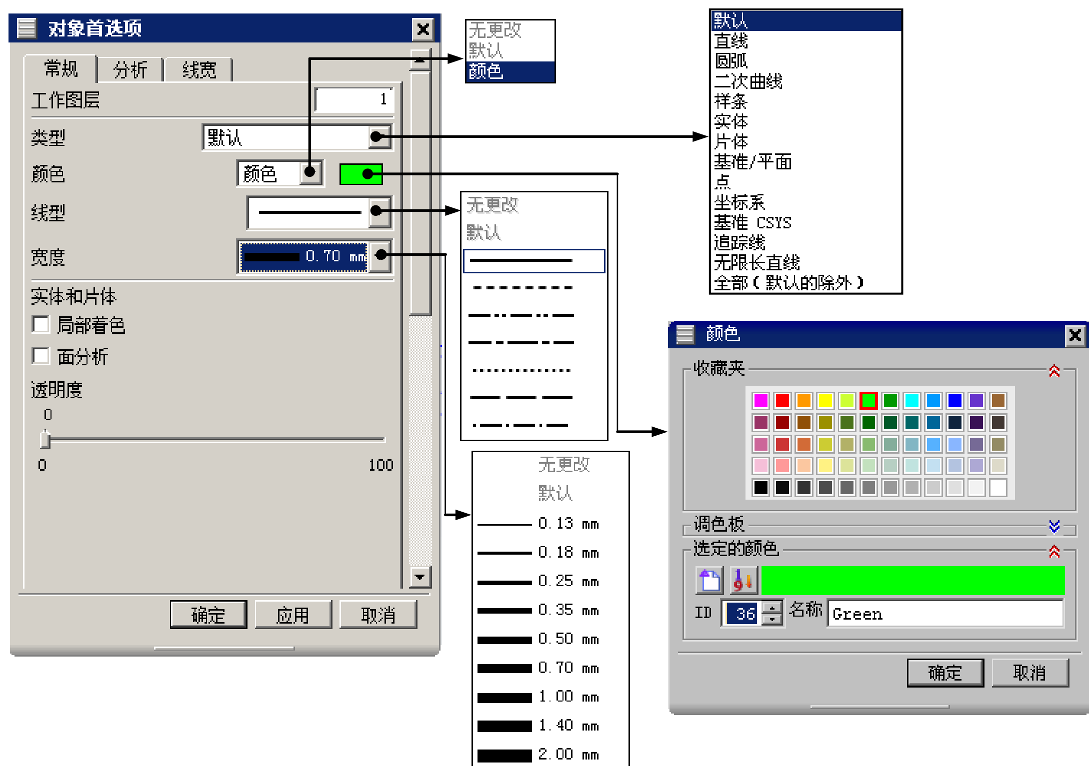


图 2.5.1 “对象首选项”对话框

图 2.5.1 所示的“对象首选项”对话框中包括常规、分析和线宽选项卡，分别说明如下。

- 常规选项卡：
  - 工作图层文本框：用于设置新对象的工作图层。当输入图层号后，以后创建的对象将存储在该图层中。
  - 类型下拉列表：用于选择需要设置的对象类型。
  - 颜色下拉列表：用于设置对象的颜色。
  - 线型下拉列表：用于设置对象的线型。
  - 宽度下拉列表：用于设置对象显示的线宽。
  - 实体和片体选项区域：
    - ☑ 局部着色复选框：用于确定实体和片体是否局部着色。
    - ☑ 面分析复选框：用于确定是否在面上显示该面的分析效果。
  - 透明度滑块：用来改变物体的透明状态。可以通过移动滑块来改变透明度。
- 分析选项卡：主要用于设置分析对象的颜色和线型。
- 线宽选项卡：主要用于设置细线、一般线和粗线的宽度。

2.5.2 “选择”首选项

选择下拉菜单首选项(P) ➡ 选择(E)...命令，系统弹出“选择首选项”对话框（图 2.5.2），该对话框主要用来设置光标预选对象后，选择球的大小、高亮显示的对象、尺寸链公差和矩形选取方式等。

图 2.5.2 所示的“选择首选项”对话框中主要选项的功能说明如下。

- 选择规则下拉列表：用于设置矩形框选择方式。
  - ☑ 内部：用于选择矩形框内部的对象。
  - ☑ 外部：用于选择矩形框外部的对象。
  - ☑ 交叉：用于选择与矩形框相交的对象。
  - ☑ 内部/交叉：用于选择矩形框内部和相交的对象。
  - ☑ 外部/交叉：用于选择矩形框外部和相交的对象。
- ☑ 高亮显示滚动选择复选框：用于设置预选对象是否高亮显示。如果勾选该复选框，选择球接触到对象时，系统会以高亮的方式显示，以提示可供选取。复选框下方的“滚动延迟”文本框用于设置预选对象时，高亮显示延迟的时间。
- ☑ 延迟时快速拾取复选框：用于设置确认选择对象的有关参数。选中该复选框，在选择多个可能的对象时，系统会自动判断。复选框下方的“延迟”文本框用来设置出现确认光标的时间。

- 选择半径下拉列表：用于设置选择球的半径大小，包括小、中和大三种半径方式。
- 公差文本框：用于设置链接曲线时，彼此相邻的曲线端点间允许的最大间隙。尺寸链公差的值越小，选取就越精确；公差值越大，就越不精确。
- 方法下拉列表：设置自动链接所采用的方式。
  - ☑ 简单：用于选择彼此首尾相连的曲线串。
  - ☑ WCS：用于在当前 X-Y 坐标平面上选择彼此首尾相连的曲线串。
  - ☑ WCS 左侧：用于在当前 X-Y 坐标平面上，从链接开始点至结束点沿左侧路线选择彼此首尾相连的曲线链。
  - ☑ WCS 右侧：用于在当前 X-Y 坐标平面上，从链接开始点至结束点沿右侧路线选择彼此首尾相连的曲线链。

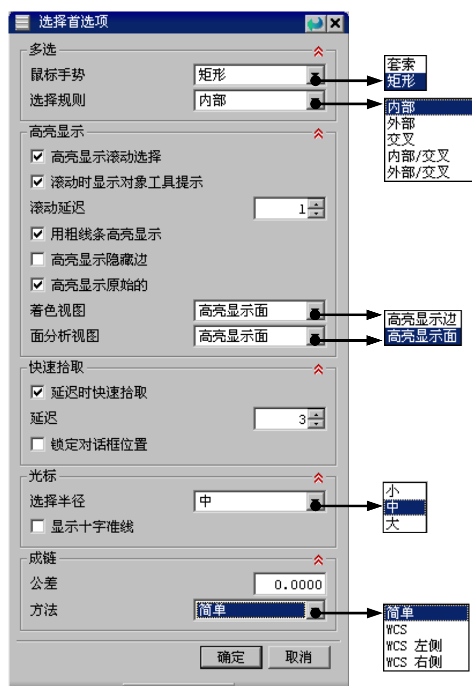


图 2.5.2 “选择首选项”对话框

2.5.3 “用户默认”设置

在 UG NX 软件中，选择下拉菜单 文件(F) → 实用工具(U) → 用户默认设置(D)... 命令，系统弹出图 2.5.3 所示的“用户默认设置”对话框，在该对话框中可以对软件中所有模块的默认参数进行设置。

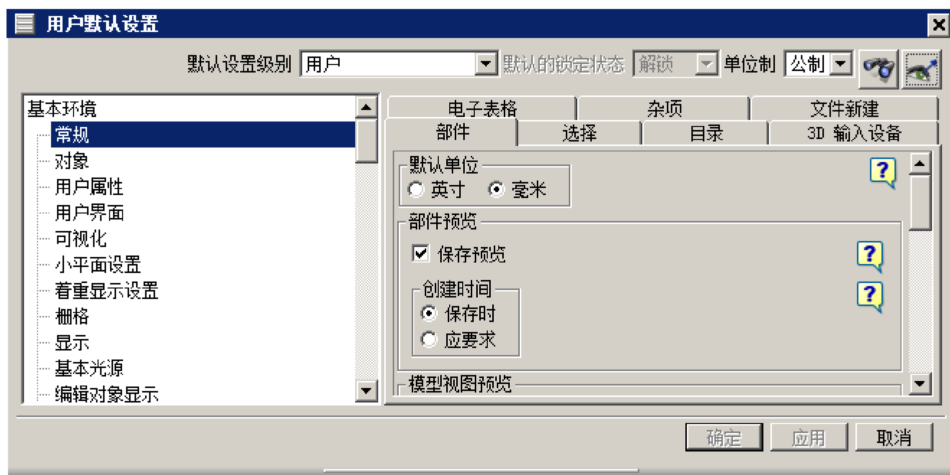


图 2.5.3 “用户默认设置”对话框

“用户默认设置”对话框中单击“管理当前设置”按钮，系统弹出图 2.5.4 所示的“管理当前设置”对话框，在该对话框中单击“导出默认设置”按钮，可以将修改的默认设置保存为 dpv 文件；也可以单击“导入默认设置”按钮，导入现有的设置文件。为了保证所有默认设置均有效，建议在导入默认设置后重新启动软件。

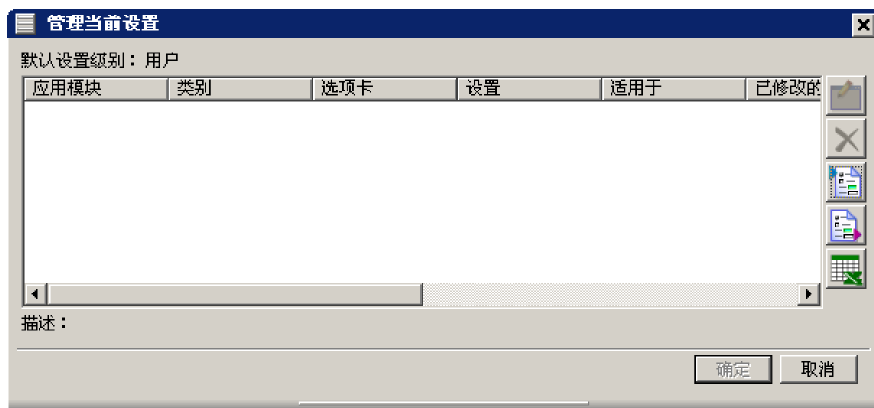


图 2.5.4　“管理当前设置”对话框

第 3 章　二维草图设计

3.1　草图环境中的关键术语

下面列出了 UG NX 10.0 软件草图环境中经常使用的关键术语。

对象：二维草图中的任何几何元素，如直线、中心线、圆弧、圆、椭圆、样条曲线、点或坐标系等。

尺寸：对象大小或对象之间位置的量度。

约束：用于定义对象几何关系或对象间的位置关系。约束定义后，单击“显示草图约束”按钮，其约束符号会出现在被约束的对象旁边。例如，在约束两条直线垂直后，再单击“显示草图约束”按钮，互相垂直的直线旁边将分别显示一个垂直约束符号。默认状态下，约束符号显示为蓝色。

参照：草图中的辅助元素。

过约束：两个或多个约束可能会产生矛盾或多余约束。出现这种情况，必须删除一个不需要的约束或尺寸以解决过约束。

3.2　进入与退出草图环境

1．进入草图环境的操作方法

Step1．打开 UG NX 10.0 后，选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令（或单击“新建”按钮），系统弹出“新建”对话框，在 模板 选项卡中选取模板类型为 模型 ，在 名称 文本框中输入文件名（如 modell.prt），在 文件夹 文本框中输入模型的保存目录，然后单击 确定 按钮，进入 UG NX 10.0 建模环境。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，系统弹出“创建草图”对话框，选择“XY 平面”为草图平面，单击对话框中的 确定 按钮，系统进入草图环境。

2．选择草图平面

进入草图工作环境后，在创建新草图之前，一个特别要注意的事项就是要为新草图选择草图平面，也就是要确定新草图在三维空间的放置位置。草图平面是草图所在的某个空间平面，它可以是基准平面，也可以是实体的某个表面。

“创建草图”对话框用于选择草图平面，在对话框中选择某个平面作为草图平面，然后单击 确定 按钮予以确认。

“创建草图”对话框中部分选项说明如下。

- 草图类型 区域：
  - ☑ 在平面上：选取该选项后，用户可以在绘图区选择任意平面为草图平面（此选项为系统默认选项）。
  - ☑ 基于路径：选取该选项后，系统在用户指定的曲线上建立一个与该曲线垂直的平面，作为草图平面。
- 草图平面 区域：
  - ☑ 现有平面：选取该选项后，用户可以选择基准面或者图形中现有的平面作为草图平面。进入草图环境后，系统默认的平面为 XY 平面，单击 确定 按钮后，系统默认 XY 平面为草图平面。
  - ☑ 创建平面：选取该按钮后，用户可以通过“平面”按钮创建一个基准面作为草图平面。
  - ☑ 创建基准坐标系：选取该按钮后，可通过“创建基准坐标系”按钮创建一个坐标系，用户可以选取该坐标系中的基准面作为草图平面。
  - ☑ （反向）：单击该按钮可以切换基准平面法线的方向。
- 草图方向 区域：
  - ☑ 水平：选取该选项后，用户可定义参考平面与草图平面的位置关系为水平。
  - ☑ 竖直：选取该选项后，用户可定义参考平面与草图平面的位置关系为竖直。

3．退出草图环境的操作方法

单击 完成草图 按钮，退出草图环境。

4．直接草图工具

在 UG NX 10.0 中，系统还提供了另一种草图创建的环境——直接草图，进入直接草图环境的具体操作步骤如下。

Step1．新建模型文件，进入 UG NX 10.0 建模环境。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) ➡ 草图(H)... 命令，系统弹出“创建草图”对话框，选择 XY 平面为草图平面，单击对话框中的 < 确定 > 按钮，系统进入直接草图环境，此时可以使用屏幕下方的“直接草图”工具条（图 3.2.1）绘制草图。

Step3．单击工具条中的“完成草图”按钮 完成草图，即可退出直接草图环境。

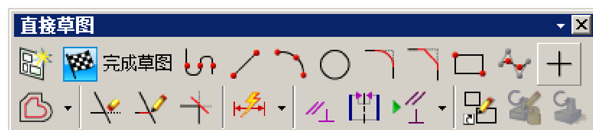


图 3.2.1 “直接草图”工具条

说明：

- “直接草图”工具创建的草图，在部件导航器中同样会显示为一个独立的特征，也能作为特征的截面草图使用。此方法本质上与“任务环境中的草图”没有区别，只是实现方式较为“直接”。
- 在“直接草图”创建环境中，系统不会自动将草图平面与屏幕对齐，需要将草图平面旋转到大致与屏幕对齐的位置，然后使用快捷键 F8 对齐草图平面。
- 单击“直接草图”工具条中的“在草图任务环境中打开”按钮，系统即可进入“任务环境中的草图”环境。
- 在三维建模环境下，双击已绘制的也能进入直接草图环境。

为保证内容的一致性，本书中的草图均以“任务环境中的草图”来创建。

3.3 坐标系简介

UG NX 10.0 中有三种坐标系：绝对坐标系、工作坐标系和基准坐标系。在使用软件的过程中经常要用到坐标系，下面对这三种坐标系做简单的介绍。

1. 绝对坐标系（ACS）

绝对坐标系是原点（0,0,0）的坐标系，是唯一的、固定不变的，也不能修改和调整方位，绝对坐标系的原点不会显示在图形区中，但是在图形区的左下角会显示绝对坐标轴的方位。绝对坐标系可以作为创建点、基准坐标系以及其他操作的绝对位置参照。

2. 工作坐标系（WCS）

要显示工作坐标系，可以在图 3.3.1 所示的“实用工具”工具条中单击 显示 WCS 按钮。工作坐标系包括坐标原点和坐标轴，如图 3.3.2 所示。它的轴通常是正交的（即相互间为直角），并且遵守右手定则。



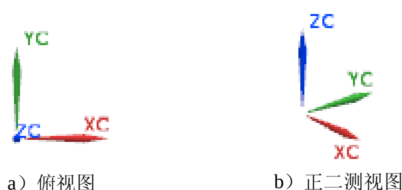
图 3.3.1 “实用工具”工具条

说明：

- 默认情况下，工作坐标系的初始位置与绝对坐标系一致，在 UG NX 的部件中，工作坐标系也是唯一的，但是它可以通过移动、旋转和定位原点等方式来调整方位，用户可以根据需要进行调整。
- 工作坐标系也可以作为创建点、基准坐标系以及其他操作的位置参照。在 UG NX 中的矢量列表中，XC、YC 和 ZC 等矢量就是以工作坐标系为参照来进行设定的。

3．基准坐标系（CSYS）

基准坐标系由原点、三个基准轴和三个基准平面组成，如图 3.3.3 所示。新建一个部件文件后，系统会自动创建一个基准坐标系作为建模的参考，该坐标系的位置与绝对坐标系一致，因此，模型中最先创建的草图一般都是选择基准坐标系中的基准平面作为草图平面，其坐标轴也能作为约束和尺寸标注的参考。基准坐标系不是唯一的，我们可以根据建模的需要创建多个基本坐标系。



a）俯视图　b）正二测视图

图 3.3.2　工作坐标系（WCS）

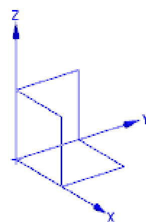


图 3.3.3　基准坐标系（CSYS）

可在 CSYS 中选择单个基准平面、基准轴或原点。可隐藏 CSYS 以及其单个组成部分。

4．右手定则

- 常规的右手定则。

如果坐标系的原点在右手掌，拇指向上延伸的方向对应于某个坐标轴的方向，则可以利用常规的右手定则确定其他坐标轴的方向。例如，假设拇指指向 ZC 轴的正方向，食指伸直的方向对应于 XC 轴的正方向，中指向外延伸的方向则为 YC 轴的正方向。

- 旋转的右手定则。

旋转的右手定则用于将矢量和旋转方向关联起来。

当拇指伸直并且与给定的矢量对齐时，则弯曲的其他四指就能确定该矢量关联的旋转方向。反过来，当弯曲手指表示给定的旋转方向时，则伸直的拇指就确定关联的矢量。

例如，如果要确定当前坐标系的旋转反时针方向，那么拇指就应该与 ZC 轴对齐，并指向其正方向，这时逆时针方向即为四指从 XC 轴正方向向 YC 轴正方向旋转。

3.4 草图环境的设置

进入草图环境后，选择下拉菜单首选项(P) → 草图(S)...命令，系统弹出“草图首选项”对话框，在该对话框中可以设置草图的显示参数和默认名称前缀等参数。

“草图首选项”对话框的草图设置选项卡的主要选项及其功能说明如下。

- 尺寸标签下拉列表：控制草图标注文本的显示方式。
- 文本高度文本框：控制草图尺寸数值的文本高度。在标注尺寸时，可以根据图形大小适当地在该文本框中输入数值来调整文本高度，以便于用户观察。

“草图首选项”对话框的会话设置选项卡的主要选项及其功能说明如下。

- 捕捉角文本框：绘制直线时，如果起点与光标位置连线接近水平或垂直，捕捉功能会自动捕捉到水平或垂直位置。捕捉角是自动捕捉的最大角度，例如捕捉角为3，当起点与光标位置连线，与XC轴或YC轴夹角小于3时，会自动捕捉到水平或垂直位置。
- ☑ 保持图层状态复选框：如果选中该复选框，当进入某一草图对象时，该草图所在图层自动设置为当前工作图层，退出时恢复原图层为当前工作图层；否则，退出时保持草图所在图层为当前工作图层。
- ☑ 显示自由度箭头复选框：如果选中该复选框，当进行尺寸标注时，在草图曲线端点处用箭头显示自由度，否则不显示。
- ☑ 动态草图显示复选框：如果选中该复选框，当相关几何体很小时，则不会显示约束符号。
- ☑ 显示约束符号复选框：如果选中该选项，若相关几何体很小，则不会显示约束符号。如果要忽略相关几何体的尺寸查看约束，则可以关闭该选项。

“草图首选项”对话框中的部件设置选项卡包含曲线、尺寸和参考曲线等的颜色设置，这些设置和用户默认设置中的草图生成器的颜色相同。一般情况下，我们都采用系统默认的颜色设置。

3.5 草图环境中的下拉菜单

在UG NX 10.0的二维草图环境中，“插入”与“编辑”两个下拉菜单十分常用，这两个下拉菜单几乎包含了草图环境中的所有命令，下面将对这两个下拉菜单进行详细的说明。

3.5.1　“插入”下拉菜单

插入(S)下拉菜单是草图环境中的主要菜单，它的功能主要包括草图的绘制、标注和添加约束等。

选择该下拉菜单，即可弹出其中的命令，其中绝大部分命令都以快捷按钮的方式出现在屏幕的工具条中。

3.5.2　“编辑”下拉菜单

“编辑”下拉菜单是草图环境中对草图进行编辑的菜单。选择该下拉菜单，即可弹出其中的选项，其中绝大部分选项都以快捷按钮方式出现在屏幕的工具条中。

3.6　草图的绘制

3.6.1　草图绘制概述

要绘制草图，应先从草图环境的工具条按钮区或插入(S) → 曲线(C)下拉菜单中选取一个绘图命令（由于工具条按钮简明而快捷，推荐优先使用），然后可通过在图形区选取点来创建对象。在绘制对象的过程中，当移动鼠标指针时，系统会自动确定可添加的约束并将其显示。绘制对象后，用户还可以对其继续添加约束。

在本节中主要介绍利用“草图工具”工具条来创建草图对象。

草图环境中使用鼠标的说明：

- 绘制草图时，可以在图形区单击以确定点，单击中键中止当前操作或退出当前命令。
- 当不处于草图绘制状态时，单击可选取多个对象；选择对象后，右击将弹出带有最常用草图命令的快捷菜单。
- 滚动鼠标中键，可以缩放模型（该功能对所有模块都适用）：向前滚，模型缩小；向后滚，模型变大。
- 按住鼠标中键，移动鼠标，可旋转模型（该功能对所有模块都适用）。
- 先按住 Shift 键，然后按住鼠标中键，移动鼠标可移动模型（该功能对所有模块都适用）。

3.6.2　“草图工具”工具条“绘制”部分简介

进入草图环境后，屏幕上会出现图 3.6.1 所示绘制草图时所需要的“草图工具”工具条。

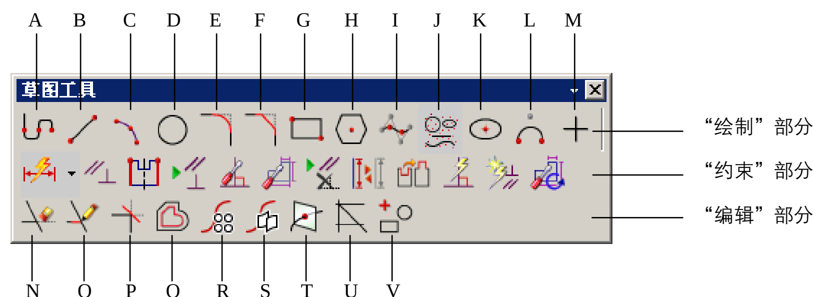


图 3.6.1 “草图工具”工具条

图 3.6.1 所示的“草图工具”工具条中各工具按钮的说明如下。

- A（轮廓）：单击该按钮，可以创建一系列相连的直线或线串模式的圆弧，即上一条曲线的终点作为下一条曲线的起点。
- B（直线）：绘制直线。
- C（圆弧）：绘制圆弧。
- D（圆）：绘制圆。
- E（圆角）：在两曲线间创建圆角。
- F（倒斜角）：在两曲线间创建倒斜角。
- G（矩形）：绘制矩形。
- H（多边形）：绘制多边形。
- I（艺术样条）：通过定义点或者极点来创建样条曲线。
- J（拟合样条）：通过已经存在的点创建样条曲线。
- K（椭圆）：根据中心点和尺寸创建椭圆。
- L（二次曲线）：创建二次曲线。
- M（点）：绘制点。
- N（快速修剪）：单击该按钮，则可将一条曲线修剪至任一方向上最近的交点。如果曲线没有交点，可以将其删除。
- O（快速延伸）：快速延伸曲线到最近的边界。
- P（制作拐角）：延伸或修剪两条曲线到一个交点处创建制作拐角。
- Q（偏置曲线）：偏置位于草图平面上的曲线链。
- R（阵列曲线）：阵列现有草图，创建草图副本。
- S（镜像曲线）：通过现有的草图，创建草图几何的副本。
- T（交点）：在曲线和草图平面之间创建一个交点。
- U（派生直线）：单击该按钮，则可以从已存在的直线复制得到新的直线。
- V（添加现有曲线）：将现有的共面曲线和点添加到草图中。

3.6.3　UG 草图介绍

在 UG NX 10.0 中绘制草图时，在工具条中单击“连续自动标注尺寸”按钮（图 3.6.2），系统可自动给绘制的草图添加尺寸标注。如图 3.6.3 所示，在草图环境中任意绘制一个矩形，系统会自动添加矩形所需要的定形和定位尺寸，使矩形全约束。

说明：默认情况下按钮是激活的，即绘制的草图系统会自动添加尺寸标注；单击该按钮，使其弹起（即取消激活），这时绘制的草图，系统就不会自动添加尺寸标注了。由于系统自动标注的尺寸比较凌乱，而且当草图比较复杂时，有些标注可能不符合标注要求，所以在绘制草图时，最好不使用自动标注尺寸功能，在本书的写作中，都没有采用自动标注。

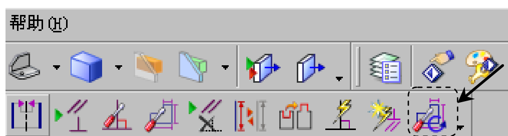


图 3.6.2　“连续自动标注尺寸”按钮

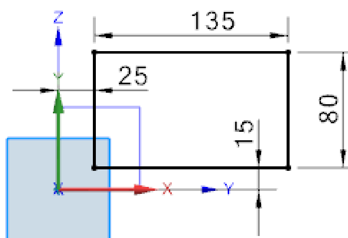


图 3.6.3　自动标注尺寸

3.6.4　绘制直线

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，采用默认的平面（XY 平面）为草图平面，单击 确定 按钮进入草图环境。

说明：

- 进入草图工作环境后，如果是创建新草图，则首先必须选取草图平面，也就是要确定新草图在空间的哪个平面上绘制。
- 以后在创建新草图时，如果没有特别的说明，则草图平面为默认的 XY 平面。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 直线(L)... 命令，系统弹出图 3.6.4 所示的“直线”工具条。

图 3.6.4 所示的“直线”工具条的说明如下。

- XY（坐标模式）：选中该按钮（默认），系统弹出图 3.6.5 所示的动态输入框（一），可以通过输入 XC 和 YC 的坐标值来精确绘制直线，坐标值以工作坐标系（WCS）为参照。要在动态输入框的选项之间进行切换，可按 Tab 键。要输入值，可在文本框内输入值，然后按 Enter 键。
- （参数模式）：选中该按钮，系统弹出图 3.6.6 所示的动态输入框（二），可以通过输入长度值和角度值来绘制直线。

Step3. 定义直线的起始点。在系统 选择直线的第一点 的提示下，在图形区中的任意位置单

击，以确定直线的起始点，此时可看到一条“橡皮筋”线附着在鼠标指针上。



图 3.6.4 “直线”工具条



图 3.6.5 动态输入框（一）

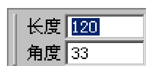


图 3.6.6 动态输入框（二）

说明：系统提示 选择直线的第一点 显示在消息区，有关消息区的具体介绍请参见“用户界面简介”的相关内容。

Step4. 定义直线的终止点。在系统 选择直线的第二点 的提示下，在图形区中的另一位置单击，以确定直线的终止点，系统便在两点间创建一条直线（在终点处再次单击，在直线的终点处出现另一条“橡皮筋”线）。

Step5. 单击中键，结束直线创建。

说明：

- 直线的精确绘制可以利用动态输入框实现，其他曲线的精确绘制也一样。
- “橡皮筋”是指操作过程中的一条临时虚构线段，它始终是当前鼠标光标的中心点与前一个指定点的连线。因为它可以随着光标的移动而拉长或缩短并可绕前一点转动，所以形象地称其为“橡皮筋”。
- 在绘制或编辑草图时，单击“标准”工具条上的按钮，可撤消上一个操作；单击按钮（或者选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 重做(R) 命令），可以重新执行被撤消的操作。

3.6.5 绘制圆弧

选择下拉菜单 插入(S) ➡ 曲线(C) ➡ 圆弧(A)... 命令，系统弹出图 3.6.7 所示的“圆弧”工具条，有以下两种绘制圆弧的方法。

方法一：通过三点的圆弧——确定圆弧的两个端点和弧上的一个附加点来创建一个三点圆弧。其一般操作步骤如下。



图 3.6.7 “圆弧”工具条

Step1. 选择方法。选中“三点定圆弧”按钮。

Step2. 定义端点。在系统 选择圆弧的起点 的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧的起点；在系统 选择圆弧的终点 的提示下，在另一位置单击，放置圆弧的终点。

Step3. 定义附加点。在系统 在圆弧上选择一个点 的提示下，移动鼠标，圆弧呈“橡皮筋”样变化，在图形区另一位置单击以确定圆弧。

Step4. 单击中键，完成圆弧的创建。

方法二：用中心和端点确定圆弧。其一般操作步骤如下。

Step1. 选择方法。选中“中心和端点决定的圆弧”按钮。

Step2. 定义圆心。在系统选择圆弧的中心点的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧中心点。

Step3. 定义圆弧的起点。在系统选择圆弧的起点的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧的起点。

Step4. 定义圆弧的终点。在系统选择圆弧的终点的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧的终点。

Step5. 单击中键，结束圆弧的创建。

3.6.6　绘制圆

选择下拉菜单插入(S) → 曲线(C) → 圆(C)...命令，系统弹出图 3.6.8 所示的“圆”工具条，有以下两种绘制圆的方法。



图 3.6.8　“圆”工具条

方法一：中心和半径决定的圆——通过选取中心点和圆上一点来创建圆。其一般操作步骤如下。

Step1. 选择方法。选中“圆心和直径定圆”按钮。

Step2. 定义圆心。在系统选择圆的中心点的提示下，在某位置单击，放置圆的中心点。

Step3. 定义圆的半径。在系统在圆上选择一个点的提示下，拖动鼠标至另一位置，单击确定圆的大小。

Step4. 单击中键，结束圆的创建。

方法二：通过三点的圆——通过确定圆上的三个点来创建圆。

3.6.7　绘制圆角

选择下拉菜单插入(S) → 曲线(C) → 圆角(F)...命令，系统弹出图 3.6.9 所示的“圆角”工具条。可以在指定的两条或三条曲线之间创建一个圆角。该工具条中包括四个按钮：“修剪”按钮、“取消修剪”按钮、“删除第三条曲线”按钮和“创建备选圆角”按钮。

创建圆角的一般操作步骤如下。

Step1. 在“圆角”工具条中单击“修剪”按钮。

Step2. 定义圆角曲线。单击选取图 3.6.10 所示的两条直线。

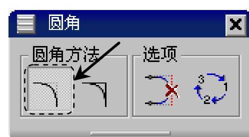


图 3.6.9 “圆角”工具条



图 3.6.10 “修剪”的圆角

Step3. 定义圆角半径。拖动鼠标至适当位置，单击确定圆角的大小（或者在动态输入框中输入圆角半径，以确定圆角的大小）。

Step4. 单击中键，结束圆角的创建。

说明：

- 如果选中“取消修剪”按钮，则绘制的圆角如图 3.6.11 所示。
- 如果选中“创建备选圆角”按钮，则可以生成每一种可能的圆角（或按 Page Down 键选择所需的圆角），如图 3.6.12 和图 3.6.13 所示。

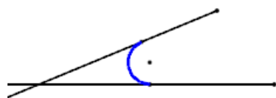


图 3.6.11 “取消修剪”的圆角

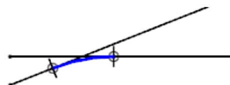


图 3.6.12 选择（一）

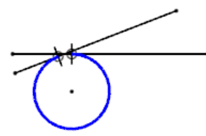


图 3.6.13 选择（二）

3.6.8 绘制倒斜角

选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 倒斜角(H)... 命令，系统弹出图 3.6.14 所示的“倒斜角”对话框。可以在指定的两条直线之间创建一个倒斜角。该对话框中包括“对称”“非对称”和“偏置和角度”三种偏置类型选项。

创建倒斜角的一般操作步骤如下。

Step1. 定义类型。在“倒斜角”对话框 偏置 区域的 倒斜角 下拉列表中选中 对称 选项。

Step2. 定义倒斜角曲线。单击选取图 3.6.15 所示的两条直线，并选中 ☑ 修剪输入曲线 复选框。



图 3.6.14 “倒斜角”对话框

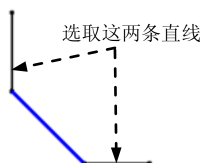


图 3.6.15 “对称”类型倒斜角

Step3. 定义倒斜角位置及偏置距离。拖动鼠标至适当位置，单击确定倒斜角的大小（或者在动态输入框中输入距离值，以确定倒斜角的大小）。

Step4. 单击中键，结束倒斜角的创建。

说明：

- 如果取消选中 □ 修剪输入曲线 时，则绘制的倒斜角如图 3.6.16 所示。
- 如果选择 非对称 选项时，定义其距离 1 和距离 2，其结果如图 3.6.17 所示。
- 如果选择 偏置和角度 选项时，定义其距离和角度，其结果如图 3.6.18 所示。

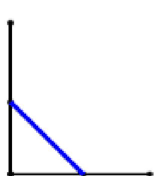


图 3.6.16　未修剪的倒斜角

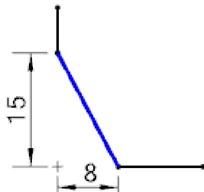


图 3.6.17　“非对称”类型倒斜角

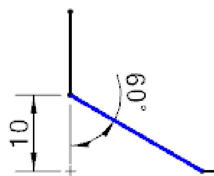


图 3.6.18　“偏置和角度”类型倒斜角

3.6.9　绘制矩形

选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 矩形(R)... 命令，系统弹出图 3.6.19 所示的“矩形”工具条，可以在草图平面上绘制矩形。在绘制草图时，使用该命令可省去绘制四条线段的麻烦。共有三种绘制矩形的方法，分别介绍如下。

方法一：按两点——通过选取两对角点来创建矩形，其一般操作步骤如下。

Step1. 选择方法。选中“按 2 点”按钮。

Step2. 定义第一个角点。在图形区某位置单击，放置矩形的第一个角点。

Step3. 定义第二个角点。单击 XY 按钮，再次在图形区另一位置单击，放置矩形的另一个角点。

Step4. 单击中键，结束矩形的创建，结果如图 3.6.20 所示。

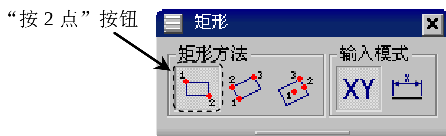


图 3.6.19　“矩形”工具条

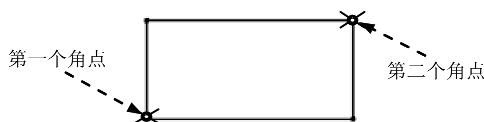


图 3.6.20　两点方式

方法二：通过三点来创建矩形，其一般操作步骤如下。

Step1. 选择方法。单击“按 3 点”按钮。

Step2. 定义第一个顶点。在图形区某位置单击，放置矩形的第一个顶点。

Step3. 定义第二个顶点。单击 XY 按钮，在图形区另一位置单击，放置矩形的第二个顶点（第一个顶点和第二个顶点之间的距离即矩形的宽度），此时矩形呈“橡皮筋”样变化。

Step4. 定义第三个顶点。单击XY按钮，再次在图形区单击，放置矩形的第三个顶点（第二个顶点和第三个顶点之间的距离即矩形的高度）。

Step5. 单击中键，结束矩形的创建，结果如图 3.6.21 所示。

方法三：从中心——通过选取中心点、一条边的中点和顶点来创建矩形，其一般操作步骤如下。

Step1. 选择方法。单击“从中心”按钮。

Step2. 定义中心点。在图形区某位置单击，放置矩形的中心点。

Step3. 定义第二个点。单击XY按钮，在图形区另一位置单击，放置矩形的第二个点（一条边的中点），此时矩形呈“橡皮筋”样变化。

Step4. 定义第三个点。单击XY按钮，再次在图形区单击，放置矩形的第三个点。

Step5. 单击中键，结束矩形的创建，结果如图 3.6.22 所示。

3.6.10 绘制轮廓线

选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 轮廓(O)... 命令，系统弹出图 3.6.23 所示的“轮廓”工具条。

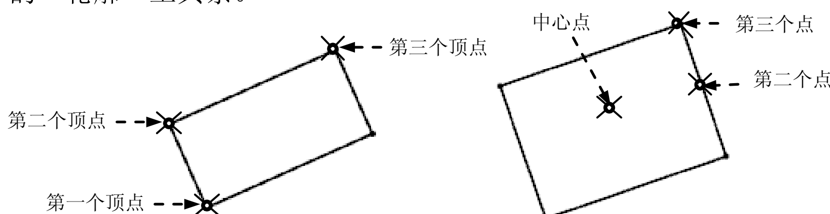


图 3.6.21 三点方式

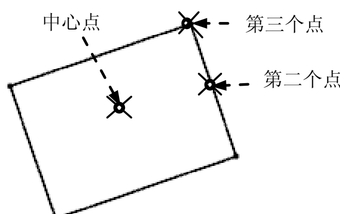


图 3.6.22 从中心方式



图 3.6.23 “轮廓”工具条

具体操作过程参照前面直线和圆弧的绘制，不再赘述。

绘制轮廓线的说明：

- 轮廓线与直线和圆弧的区别在于轮廓线可以绘制连续的对象，如图 3.6.24 所示。
- 绘制时，按下、拖动并释放鼠标左键，直线模式变为圆弧模式，如图 3.6.25 所示。
- 利用动态输入框可以绘制精确的轮廓线。

3.6.11 绘制派生直线

派生直线的绘制是将现有的参考直线偏置生成另外一条直线，或者通过选择两条参考直线，可以在此两条直线之间创建角平分线。

选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 派生直线(I)... 命令，可绘制派生直线，其一般操作步骤如下。

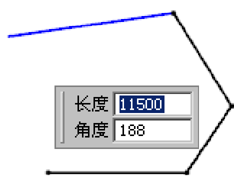


图 3.6.24　绘制连续的对象

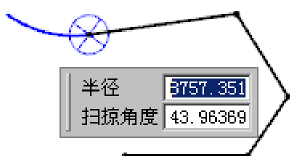


图 3.6.25　用“轮廓线”命令绘制弧

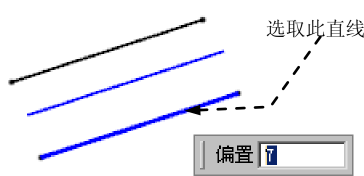


图 3.6.26　直线的偏置（一）

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.06\DERIVE_LINE.prt。

Step2. 在部件导航器中右击 草图 (1)，选择 可回滚编辑... 命令，进入草绘环境。

Step3. 选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 派生直线(I)... 命令。

Step4. 定义参考直线。选取图 3.6.26 所示的直线为参考。

Step5. 定义派生直线的位置。移动鼠标指针至另一位置单击，以确定派生直线的位置。

Step6. 单击中键，结束派生直线的创建，结果如图 3.6.26 所示。

说明：

- 如需要偏置多条直线，可以在上述 Step4 中，在图形区合适的位置继续单击，然后单击中键完成，结果如图 3.6.27 所示。
- 如果选择两条平行线，系统会在这两条平行线的中点处创建一条直线。可以通过拖动鼠标以确定直线长度，也可以在动态输入框中输入值，如图 3.6.28 所示。
- 如果选择两条不平行的直线时（不需要相交），系统将构造一条角平分线。可以通过拖动鼠标以确定直线长度（或在动态输入框中输入一个值），也可以在成角度两条直线的任意象限放置平分线，如图 3.6.29 所示。

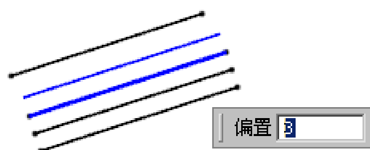


图 3.6.27　直线的偏置（二）

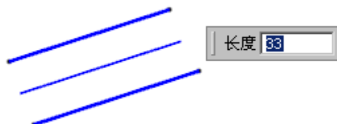


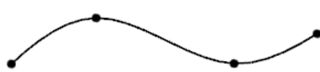
图 3.6.28　派生两平行线中间的直线



图 3.6.29　派生角平分线

3.6.12　样条曲线

样条曲线是指利用给定的若干个点拟合出的多项式曲线，样条曲线采用的是近似拟和的方法，但可以很好地满足工程需求，因此得到较为广泛的应用。下面通过创建图 3.6.30a 所示的曲线来说明创建艺术样条的一般过程。



a）“通过点”方式



b）“根据极点”方式

图 3.6.30　创建艺术样条曲线

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 艺术样条(D)... 命令，系统弹出“艺术样条”对话框。

Step2. 选择方法。在对话框的 类型 下拉列表中选择 通过点 选项，依次在图 3.6.30a 所示的各点位置单击，系统生成图 3.6.30a 所示的“通过点”方式创建的样条。

说明：如果选择 根据极点 选项，依次在图 3.6.30b 所示的各点位置单击，系统则生成图 3.6.30b 所示的“根据极点”方式创建的样条。

Step3. 在“艺术样条”对话框中单击 < 确定 > 按钮（或单击中键），完成样条曲线的创建。

3.6.13 点的绘制及“点”对话框

使用 UG NX 10.0 软件草图时，经常需要构造点来定义草图平面上的某一位置。下面通过图 3.6.31 所示图形来说明点的创建过程。

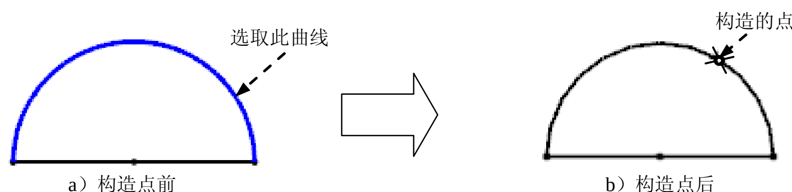


图 3.6.31 构造点

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.06\POINT.prt。

Step2. 在部件导航器中右击 草图 (1)，选择 可回滚编辑... 命令，进入草图环境。

Step3. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点(P)... 命令，系统弹出“草图点”对话框。

Step4. 选择构造点。在“草图点”对话框中单击“点对话框”按钮，系统弹出图 3.6.32 所示的“点”对话框，在“点”对话框的 类型 下拉列表中选择 圆弧/椭圆上的角度 选项。

Step5. 定义点的位置。根据系统 **选择圆弧或椭圆用作角度参考** 的提示，选取图 3.6.31a 所示的圆弧，在“点”对话框的 角度 文本框中输入数值 60。

Step6. 单击“点”对话框中的 确定 按钮，完成点的构造，结果如图 3.6.31b 所示。单击 关闭 按钮，退出“点”对话框。

图 3.6.32 所示的“点”对话框中的下拉列表各选项说明如下。

- 自动判断的点：根据光标的位置自动判断所选的点。它包括了下面介绍的所有点的选择方式。
- 光标位置：将光标移至图形区某位置并单击，系统则在单击的位置处创建一个点。如果创建点是在一个草图中进行，则创建的点位于当前草图平面上。
- 现有点：在图形区选择已经存在的点。

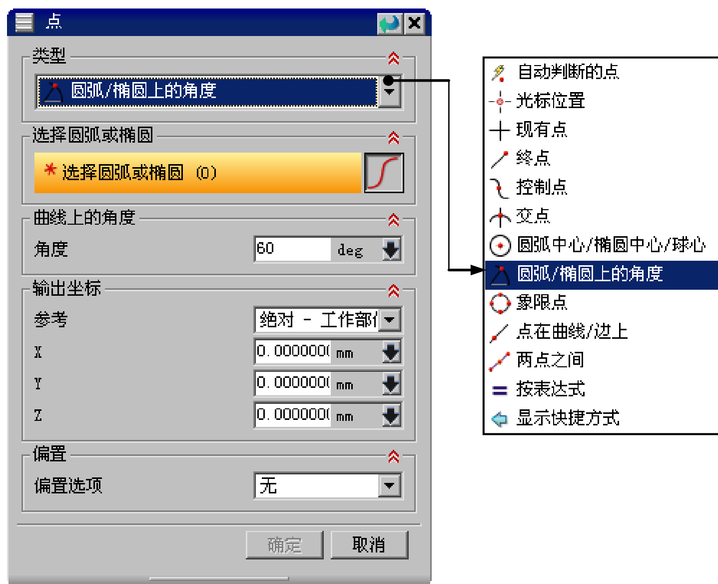


图 3.6.32　“点”对话框

- 终点：通过选取已存在曲线（如线段、圆弧、二次曲线及其他曲线）的端点创建一个点。在选取端点时，光标的位置对端点的选取有很大的影响，一般系统会选取曲线上离光标最近的端点。
- 控制点：通过选取曲线的控制点创建一个点。控制点与曲线类型有关，可以是存在点、线段的中点或端点，开口圆弧的端点、中点或中心点，二次曲线的端点和样条曲线的定义点或控制点。
- 交点：通过选取两条曲线的交点、一曲线和一曲面或一平面的交点创建一个点。在选取交点时，若两对象的交点多于一个，系统会在靠近第二个对象的交点创建一个点；若两段曲线并未实际相交，则系统会选取两者延长线上的相交点；若选取的两段空间曲线并未实际相交，则系统会选取最靠近第一个对象处创建一个点或规定新点的位置。
- 圆弧中心/椭圆中心/球心：通过选取圆/圆弧、椭圆或球的中心点创建一个点。
- 圆弧/椭圆上的角度：沿圆弧或椭圆的一个角度（与坐标轴 XC 正向所成的角度）位置上创建一个点。
- 象限点：通过选取圆弧或椭圆弧的象限点，即四分点创建一个点。创建的象限点是离光标最近的那个四分点。
- 点在曲线/边上：通过选取曲线或物体边缘上的点创建一个点。
- 两点之间：在两点之间指定一个位置。
- 按表达式：使用点类型的表达式指定点。

3.7　草图的编辑

UG NX 10.0 提供了对象操纵功能，可方便地旋转、拉伸和移动对象。

3.7.1　直线的操纵

操纵 1 的操作流程，如图 3.7.1 所示：在图形区，把鼠标指针移到直线端点上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时直线以远离鼠标指针的那个端点为圆心转动，达到绘制意图后，松开左键。

操纵 2 的操作流程，如图 3.7.2 所示：在图形区，把鼠标指针移到直线上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时会看到直线随着鼠标移动，达到绘制意图后，松开左键。

3.7.2　圆的操纵

操纵 1 的操作流程，如图 3.7.3 所示：把鼠标指针移到圆的边线上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时会看到圆在变大或缩小，达到绘制意图后，松开左键。

操纵 2 的操作流程，如图 3.7.4 所示：把鼠标指针移到圆心上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时会看到圆随着指针一起移动，达到绘制意图后，松开左键。

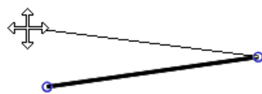


图 3.7.1　操纵 1：直线的转动和拉伸

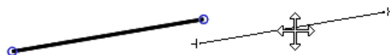


图 3.7.2　操纵 2：直线的移动

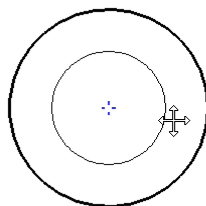


图 3.7.3　操纵 1：圆的缩放

3.7.3　圆弧的操纵

操纵 1 的操作流程，如图 3.7.5 所示：把鼠标指针移到圆弧上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时会看到圆弧半径变大或变小，达到绘制意图后，松开左键。

操纵 2 的操作流程，如图 3.7.6 所示：把鼠标指针移到圆弧的某个端点上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时会看到圆弧以另一端点为固定点旋转，并且圆弧的包角也在变化，达到绘制意图后，松开左键。

操纵 3 的操作流程，如图 3.7.7 所示：把鼠标指针移到圆心上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时圆弧随着指针一起移动，达到绘制意图后，松开左键。

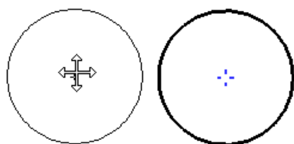


图 3.7.4　操纵 2：圆的移动

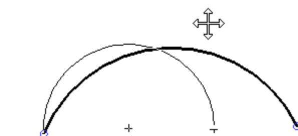


图 3.7.5　操纵 1：改变弧的半径



图 3.7.6　操纵 2：改变弧的位置

3.7.4　样条曲线的操纵

操纵 1 的操作流程，如图 3.7.8 所示：把鼠标指针移到样条曲线的某个端点或定位点上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时样条线拓扑形状（曲率）不断变化，达到绘制意图后，松开左键。

操纵 2 的操作流程，如图 3.7.9 所示：把鼠标指针移到样条曲线上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时样条曲线随着鼠标移动，达到绘制意图后，松开左键。

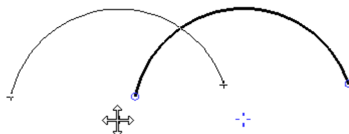


图 3.7.7　操纵 3：弧的移动

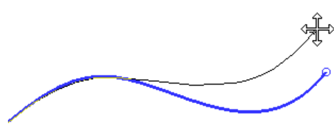


图 3.7.8　操纵 1：改变曲线的形状

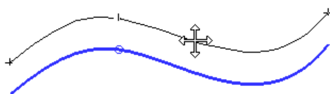


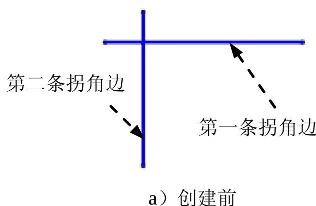
图 3.7.9　操纵 2：改变曲线的位置

3.7.5　制作拐角

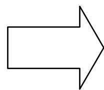
“制作拐角”命令是指通过两条曲线延伸或修剪到公共交点来创建拐角。此命令适用于直线、圆弧、开放式二次曲线和开放式样条等，其中开放式样条仅限修剪。创建“制作拐角”的一般操作步骤如下。

Step1. 选择方法。选中“制作拐角”按钮。

Step2. 定义要制作拐角的两条曲线。选取图 3.7.10 所示的两条直线。



a）创建前





b）创建后

图 3.7.10　创建“制作拐角”特征

Step3. 单击中键，完成制作拐角的创建。

3.7.6　删除对象

Step1. 在图形区单击或框选要删除的对象（框选时要框住整个对象），此时可看到选中

的对象变为蓝色。

Step2. 按 Delete 键，所选对象即被删除。

说明：要删除所选的对象，还有下面四种方法。

- 在图形区右击，在弹出的快捷菜单中选择 删除(D) 命令。
- 选择 编辑(E) 下拉菜单中的 删除(D)... 命令。
- 单击“标准”工具条中的 按钮。
- 按<Ctrl+D>组合键。

注意：如要恢复已删除的对象，可使用<Ctrl+Z>组合键来完成。

3.7.7 复制/粘贴对象

Step1. 在图形区单击或框选要复制的对象（框选时要框住整个对象）。

Step2. 先选择下拉菜单 编辑(E) → 复制(C) 命令，然后选择下拉菜单 编辑(E) → 粘贴(P) 命令，将复制的对象粘贴到图 3.7.11b 所示的位置，完成复制/粘贴操作。

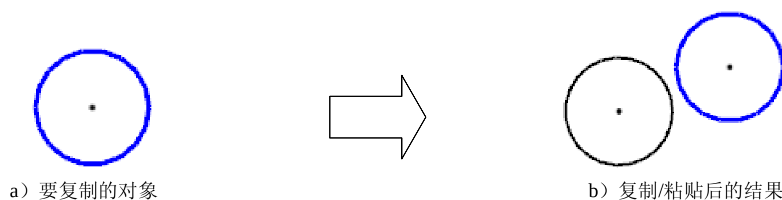


图 3.7.11 对象的复制/粘贴

3.7.8 快速修剪

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 曲线(V) → 快速修剪(Q)... 命令。

Step2. 定义修剪对象。依次单击图 3.7.12a 所示的需要修剪的部分。

Step3. 单击中键。完成对象的修剪，结果如图 3.7.12b 所示。

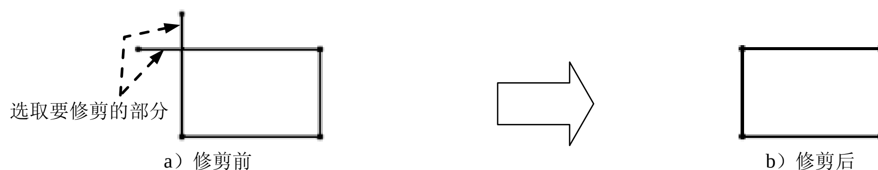


图 3.7.12 快速修剪

3.7.9 快速延伸

Step1. 选选择下拉菜单 编辑(E) → 曲线(V) → 快速延伸(X)... 命令。

Step2. 选取图 3.7.13a 中所示的曲线，完成曲线到下一个边界的延伸。

说明：在延伸时，系统自动选择最近的曲线作为延伸边界。

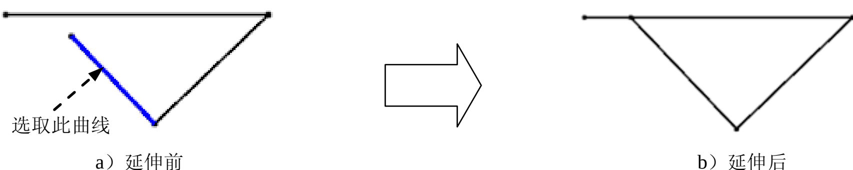


图 3.7.13 快速延伸

3.7.10 镜像

镜像操作是指将草图对象以一条直线为对称中心，将所选取的对象以这条对称中心为轴进行复制，生成新的草图对象。镜像复制的对象与原对象形成一个整体，并且保持相关性。“镜像”操作在绘制对称图形时是非常有用的。下面以图 3.7.14 所示的实例来说明“镜像”的一般操作步骤。

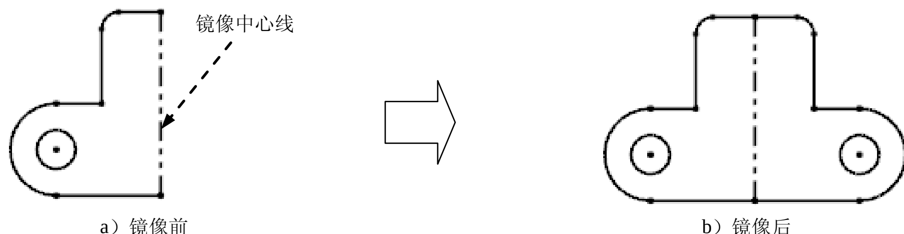


图 3.7.14 镜像操作

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.07\MIRROR.prt，如图 3.7.14a 所示。

Step2. 双击草图，然后单击按钮，进入草图环境。

Step3. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 镜像曲线(M)... 命令，系统弹出图 3.7.15 所示的“镜像曲线”对话框。

Step4. 定义镜像对象。在“镜像曲线”对话框中单击“曲线”按钮，选取图形区中的所有草图曲线。

Step5. 定义中心线。单击“镜像曲线”对话框中的“中心线”按钮，选取坐标系的 Y 轴作为镜像中心线。

Step6. 单击 < 确定 > 按钮，完成镜像操作，结果如图 3.7.14b 所示。

图 3.7.15 所示的“镜像曲线”对话框中各选项的功能说明如下。

- （镜像中心线）：用于选择直线或轴作为镜像的中心线。选择草图中的直线作为镜像中心线时，所选的直线会变成参考线，暂时失去作用。如果要将其转化为正常的草图对象，可用“草图约束”工具条中的“转换为参考的/激活的”功能。
- （要镜像的曲线）：用于选择一个或多个要镜像的草图对象。在选取镜像中心线后，用户可以在草图中选取要进行“镜像”操作的草图对象。

3.7.11 偏置曲线

“偏置曲线”是指对当前草图中的曲线进行偏移，从而产生与源曲线相关联、形状相似的新的曲线。可偏移的曲线包括基本绘制的曲线、投影曲线、边缘曲线等。创建图 3.7.16 所示的偏置曲线的具体步骤如下。

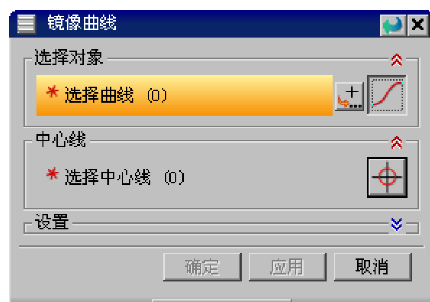


图 3.7.15 “镜像曲线”对话框

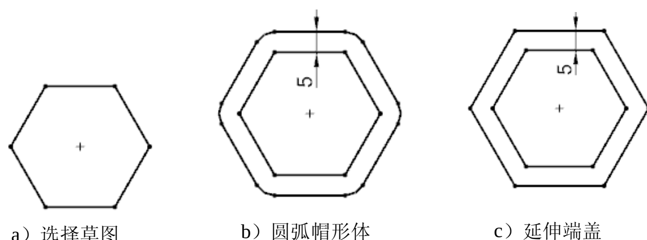


图 3.7.16 偏置曲线的创建

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.07\OFFSET.prt。

Step2. 双击草图，单击按钮，进入草图环境。

Step3. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 偏置曲线(V)... 命令，系统弹出图 3.7.17 所示的“偏置曲线”对话框。

Step4. 定义偏置曲线。在图形区选取图 3.7.16a 所示的草图。

Step5. 定义偏置参数。在 距离 文本框中输入偏置距离值为 5，选中 创建尺寸 复选框。

Step6. 定义端盖选项。在 端盖选项 下拉列表中选择将偏置曲线修剪或延伸到它们的交点处的方法（图 3.7.16b 和图 3.7.16c 分别为选取 圆弧帽形体 和 延伸端盖 后生成的效果）。

Step7. 定义阶次。接受 阶次 文本框中默认的偏置曲线阶次。

Step8. 定义公差。接受 公差 文本框中默认的偏置曲线精度值。

注意：可以单击“偏置曲线”对话框中的按钮改变偏置的方向。

图 3.7.17 所示的“偏置曲线”对话框中的 端盖选项 下拉列表中的选项说明如下。

- 圆弧帽形体：用于偏置曲线，在拐角处自动进行圆角过渡。
- 延伸端盖：用于偏置曲线，在拐角处不会生成圆角。

3.7.12 编辑定义截面

草图曲线一般可用于拉伸、旋转和扫掠等特征的剖面，如果要改变特征截面的形状，可以通过“编辑定义截面”功能来实现。图 3.7.18 所示的编辑定义截面的具体操作步骤如下。

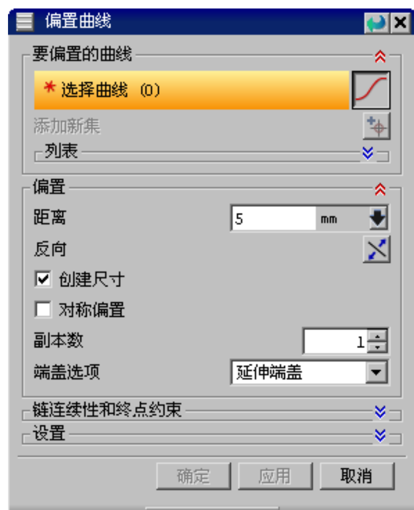


图 3.7.17　“偏置曲线”对话框

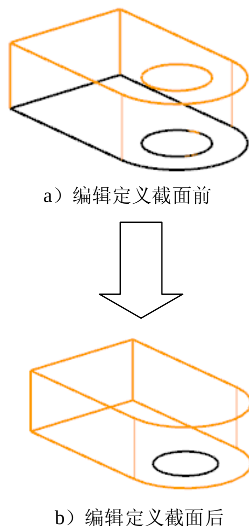


图 3.7.18　编辑定义截面

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.07\EDIT_DEFINED_CURVE.prt。

Step2. 在特征树中右击草图，在弹出的快捷菜单中选择 可回滚编辑... 命令，进入草图编辑环境。选择下拉菜单 编辑(E) → 编辑定义截面(F)... 命令，系统弹出图 3.7.19 所示的“编辑定义截面”对话框（一）。如果当前草图中没有曲线经过拉伸、旋转等操作来生成几何体，系统弹出图 3.7.20 所示的“编辑定义截面”对话框（二）。

注意：“编辑定义截面”操作只适合于经过拉伸、旋转生成特征的曲线，如果不符合此要求，该操作就不能实现。

Step3. 按住 Shift 键，在草图中选取图 3.7.21 所示的曲线的任意部分（如圆），系统则排除整个草图曲线；再选取图 3.7.21 所示的曲线——高亮显示的 4 条线段（此时不用按住，<Shift>键）作为新的草图截面，单击对话框中的“替换助理”按钮。



图 3.7.19　“编辑定义截面”对话框（一）

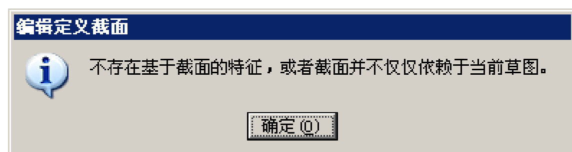


图 3.7.20　“编辑定义截面”对话框（二）

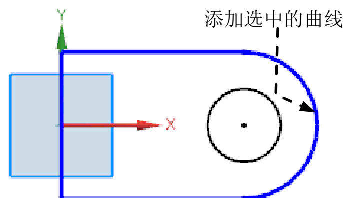


图 3.7.21　添加选中的曲线

说明：用<Shift>+左键选择要移除的对象；用左键选择要添加的对象。

Step4. 单击 确定 按钮，完成草图截面的编辑。单击 完成草图 按钮，退出草图环境。

说明：此处如果不进行更新就有可能无法看到编辑后的结果。选择下拉菜单 工具(T) → 更新(U) → 更新以获取外部更改(E) 命令即可对模型进行更新。

3.7.13 交点

“交点”命令可以通过用户指定的曲线与草图基准平面相交产生一个点。如图 3.7.22 所示的创建交点操作的步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.07\INTER_POINT.prt。

Step2. 进入草图环境。选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，系统弹出“创建草图”对话框，选取图 3.7.22 所示的基准平面为草图平面，单击对话框中的 确定 按钮，进入草图环境。

Step3. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 交点(N)... 命令，系统弹出“交点”对话框。

Step4. 选取要相交的曲线。选取图 3.7.22a 所示的曲线为要相交的曲线，即产生图 3.7.22b 所示的交点。

注意：此处在选择与草图平面相交的曲线时，如果曲线与草图平面的相交点多余一个时，需要单击对话框中的“循环解”按钮 来创建正确的相交点。

Step5. 单击“交点”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成交点的创建。

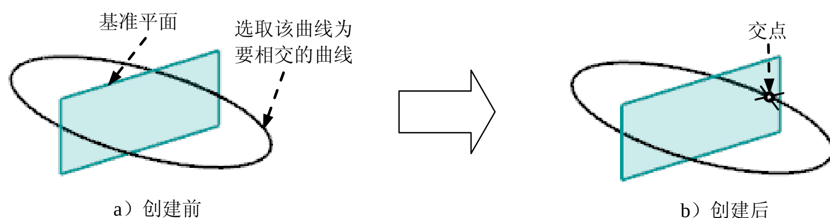


图 3.7.22 创建交点

3.7.14 相交曲线

“相交曲线”命令可以通过用户指定的面与草图基准平面相交产生一条曲线。如图 3.7.23 所示的相交操作的步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.07\INTER_CURVE.prt。

Step2. 进入草图环境。选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，系统弹出“创建草图”对话框，选取图 3.7.23 所示的基准平面为草图平面，单击对话框中的 确定 按钮，进入草图环境。

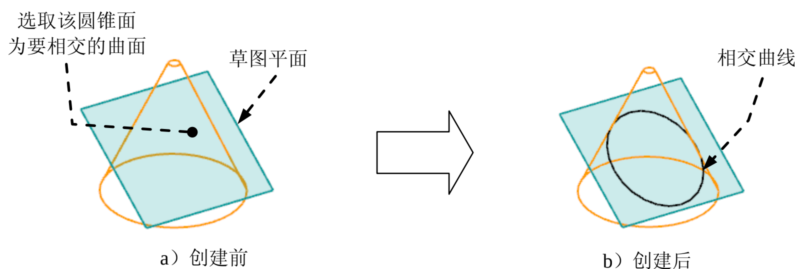


图 3.7.23　相交操作

Step3. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 处方曲线(U) → 相交曲线(U)... 命令，系统弹出图 3.7.24 所示的“相交曲线”对话框。

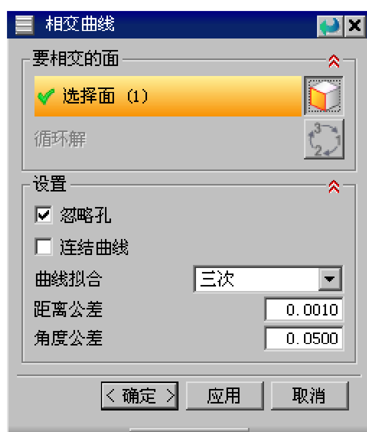


图 3.7.24　“相交曲线”对话框

图 3.7.24 所示的“相交曲线”对话框中选项的功能说明如下。

- （面）：用于选择与草图相交的面。
- ☑ 忽略孔 复选框：当选取的“要相交的面”上有孔时，勾选此复选框后，系统会忽略孔的存在，否则将在孔的边界处停止。
- ☑ 连结曲线 复选框：用于多个“相交曲线”之间的连结。勾选此复选框后，系统会自动将多个相交曲线连结成一个整体。

Step4. 选取要相交的面。选取图 3.7.23a 所示的模型表面为要相交的面，即产生图 3.7.23b 所示的相交曲线，接受系统默认的 距离公差 和 角度公差 值。

Step5. 单击“相交曲线”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成相交曲线的创建。

3.7.15　投影曲线

“投影曲线”功能是指将选取的对象按垂直于草图工作平面的方向投影到草图中，使之成为草图对象。创建图 3.7.25 所示的投影曲线的步骤如下。

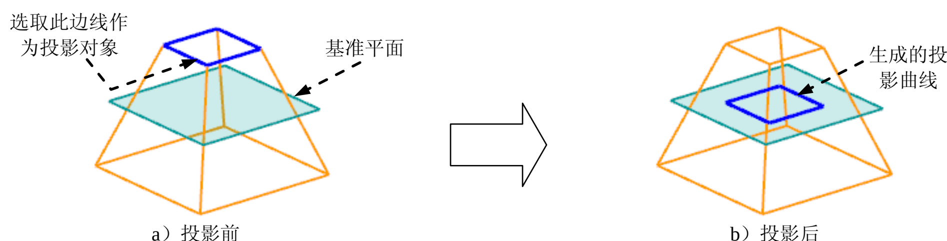


图 3.7.25 投影曲线

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.07\PROJECTION.prt。

Step2. 进入草图环境。选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，选取图 3.7.25a 所示的基准平面为草图平面，单击 确定 按钮。

Step3. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 处方曲线(U) → 投影曲线(J)... 命令，系统弹出图 3.7.26 所示的“投影曲线”对话框。

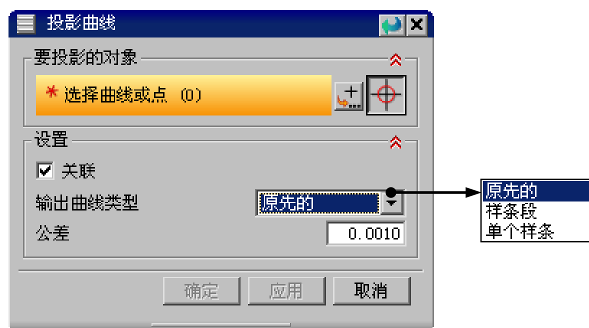


图 3.7.26 “投影曲线”对话框

图 3.7.26 所示的“投影曲线”对话框中选项的功能说明如下。

- （曲线）：用于选择要投影的对象，默认情况下为按下状态。
- （点）：单击该按钮后，系统将弹出“点”对话框。
- 关联 复选框：定义投影曲线与投影对象之间的关联性。选中该复选框时，投影曲线与投影对象将存在关联性。即投影对象发生改变时，投影曲线也随之改变。
- 输出曲线类型 下拉列表：该下拉列表包括 原先的、样条段 和 单个样条 三个选项。

Step4. 定义要投影的对象。在“投影曲线”对话框中单击“曲线”按钮，选取图 3.7.25a 所示的边线为要投影的对象。

Step5. 单击 确定 按钮，完成图 3.7.25b 所示的投影曲线。

3.8 草图的约束

3.8.1 草图约束概述

“草图约束”主要包括“几何约束”和“尺寸约束”两种类型。“几何约束”用来定位

草图对象和确定草图对象之间的相互关系，而“尺寸约束”是用来驱动、限制和约束草图几何对象的大小和形状的。

3.8.2　“草图工具”工具条“约束”部分简介

进入草图环境后，屏幕上会出现绘制草图时所需要的“草图工具”工具条，如图 3.8.1 所示。

图 3.8.1 所示的“草图工具”工具条中“约束”部分各工具按钮的说明如下。

A1：快速尺寸。通过基于选定的对象和光标的位置自动判断尺寸类型来创建尺寸约束。

A2：线性尺寸。该按钮用于在所选的两个对象或点位置之间创建线性距离约束。

A3：径向尺寸。该按钮用于创建圆形对象的半径或直径约束。

A4：角度尺寸。该按钮用于在所选的两条不平行直线之间创建角度约束。

A5：周长尺寸。该按钮用于对所选的多个对象进行周长尺寸约束。

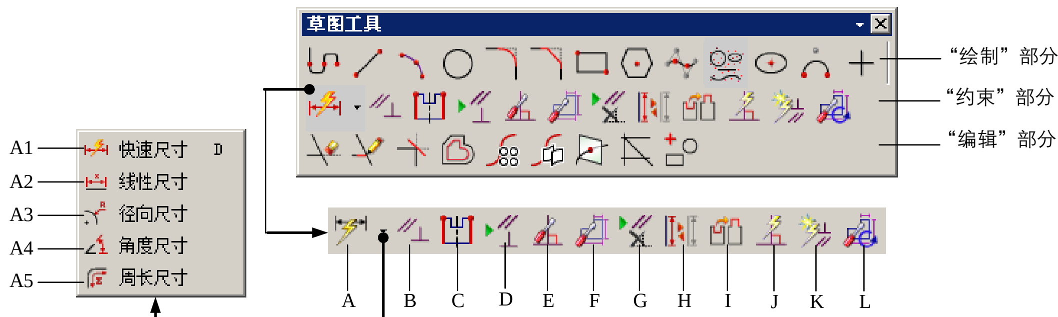


图 3.8.1　“草图工具”工具条

- B：几何约束。用户自己对存在的草图对象指定约束类型。
- C：设为对称。将两个点或曲线约束为相对于草图上的对称线对称。
- D：显示所有约束。显示施加到草图上的所有几何约束。
- E：自动约束。单击该按钮，系统会弹出“自动约束”对话框，用于设置自动地添加约束。
- F：自动标注尺寸。根据设置的规则在曲线上自动创建尺寸。
- G：显示/移除约束。显示与选定的草图几何图形关联的几何约束，并移除所有这些约束或列出信息。
- H：转换至/自参考对象。将草图曲线或草图尺寸从活动转换为参考，或者反过来。下游命令（如拉伸）不使用参考曲线，并且参考尺寸不控制草图几何体。
- I：备选解。备选尺寸或几何约束解算方案。
- J：自动判断约束和尺寸。控制哪些约束或尺寸在曲线构造过程中被自动判断。
- K：创建自动判断约束。在曲线构造过程中启用自动判断约束。

- L：连续自动标注尺寸。在曲线构造过程中启用自动标注尺寸。

“自动约束”对话框中所建立的都是几何约束，它们的用法如下。

- （水平）：约束直线为水平直线（即平行于 XC 轴）。
- （竖直）：约束直线为竖直直线（即平行于 YC 轴）。
- （相切）：约束所选的两个对象相切。
- （平行）：约束两直线互相平行。
- （垂直）：约束两直线互相垂直。
- （共线）：约束多条直线对象位于或通过同一直线。
- （同心）：约束多个圆弧或椭圆弧的中心点重合。
- （等长）：约束多条直线为同一长度。
- （等半径）：约束多个弧有相同的半径。
- （点在曲线上）：约束所选点在曲线上。
- （重合）：约束多点重合。

在草图中，被添加完约束的对象中约束符号的显示方式见表 3.8.1。

表 3.8.1　约束符号列表

约束名称	约束显示符号
固定/完全固定	
定长	
水平	
竖直	
定角	
等半径	
相切	
同心	
中点	
点在曲线上	
垂直	
平行	
共线	
等长	
重合	

在一般的绘图过程中，我们习惯先绘制出对象的大概形状，然后通过添加“几何约束”来定位草图对象和确定草图对象之间的相互关系，再添加“尺寸约束”来驱动、限制和约

束草图几何对象的大小和形状，下面将先介绍如何添加“几何约束”，再介绍添加“尺寸约束”的具体方法。

3.8.3　添加几何约束

在二维草图中，添加几何约束主要有两种方法：手工添加几何约束和自动产生几何约束。一般在添加几何约束时，要先单击“显示所有约束”按钮，则二维草图中存在的所有约束都显示在图中。

方法一： 手工添加约束。手工添加约束是指对所选对象由用户自己来指定某种约束。在“草图工具”工具条中单击按钮，系统弹出“几何约束”对话框，在对话框中选择需要添加的几何约束类型，然后选取需要添加几何约束的对象，即可完成约束的添加。

根据所选对象的几何关系，在几何约束类型中选择一个或多个约束类型，则系统会添加指定类型的几何约束到所选草图对象上，这些草图对象会因所添加的约束而不能随意移动或旋转。

下面通过图 3.8.2 所示的相切约束来说明创建约束的一般操作步骤。

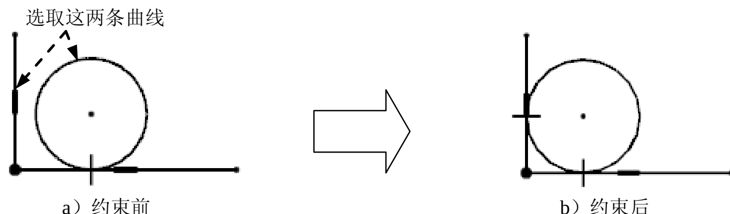


图 3.8.2　添加相切约束

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.08\ADD_01.prt。

Step2. 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，单击“显示所有约束”按钮和“几何约束”按钮，系统弹出图 3.8.3 所示的“几何约束”对话框。

Step3. 定义约束类型。单击按钮，即可添加“相切”约束。

Step4. 定义约束对象。根据系统**选择要约束的对象**的提示，选取图 3.8.2a 所示的直线作为约束对象，单击中键，再选取圆作为约束对象。

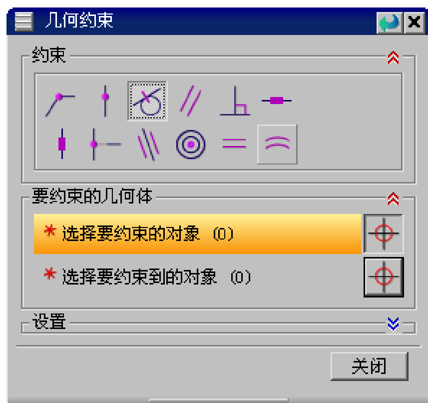


图 3.8.3　“几何约束”对话框

Step5. 单击 关闭 按钮，完成约束的添加，草图中会自动添加约束符号，如图 3.8.2b 所示。

下面通过图 3.8.4 所示的约束来说明创建多个约束的一般操作步骤。

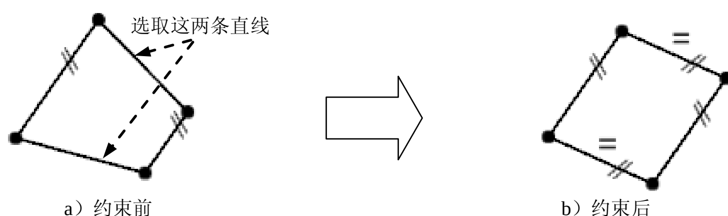


图 3.8.4 添加多个约束

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.08\ADD_02.prt。

Step2. 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，单击“显示所有约束”按钮和“几何约束”按钮，系统弹出“几何约束”对话框，单击“等长”按钮，根据系统选择要约束的对象的提示，选取图 3.8.4a 所示的两条直线，则直线之间会添加“等长”约束，单击“平行”按钮，再单击选取两条直线，则直线之间会添加“平行”约束。

Step3. 单击中键完成约束的创建，草图中会自动添加约束符号，如图 3.8.4b 所示。

关于其他类型约束的创建，与以上两个范例的创建过程相似，这里就不再赘述，读者可以自行研究。

方法二：自动产生几何约束。自动产生几何约束是指系统根据选择的几何约束类型以及草图对象间的关系，自动添加相应约束到草图对象上。一般都利用“自动约束”按钮来让系统自动添加约束。其操作步骤如下。

Step1. 单击“草图工具”工具条中的“自动约束”按钮，系统弹出“自动约束”对话框。

Step2. 在“自动约束”对话框中单击要自动创建的约束的相应按钮，然后单击确定按钮。通常用户都选择自动创建所有的约束，这样只需在对话框单击全部设置按钮，则对话框中的约束复选框全部被选中，单击确定按钮，完成自动创建约束的设置。

这样，在草图中画任意曲线，系统会自动添加相应的约束，而系统没有自动添加的约束就需要用户利用手工添加约束的方法自行添加。

3.8.4 添加尺寸约束

尺寸约束是指在草图上标注尺寸，并设置尺寸标注线的形式与尺寸大小，来驱动、限制和约束草图几何对象。选择下拉菜单插入(S) → 尺寸(M) ▸中的命令，主要包括以下几种标注方式。

1. 标注水平距离

标注水平距离是指标注直线或两点之间的水平投影长度。下面通过标注图 3.8.5b 所示

的尺寸来说明标注水平距离的一般操作步骤。

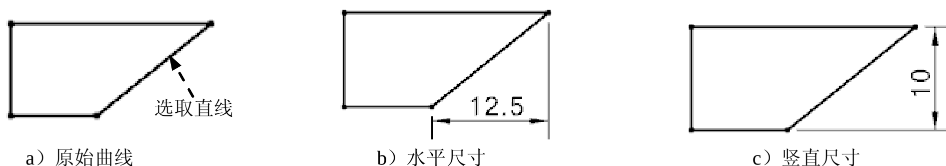


图 3.8.5　水平竖直距离的标注

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.08\ADD_DIMENSION_01.prt。

Step2. 双击图 3.8.5a 所示的直线，单击按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单插入(S) → 尺寸(M) → 线性(L)...命令。

Step3. 定义标注尺寸的对象。在系统弹出的“线性尺寸”对话框测量区域的方法下拉列表中选择水平选项，选取图 3.8.5a 所示的直线，系统生成水平尺寸。

Step4. 定义尺寸放置的位置。移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。如果要改变直线尺寸，则可以在弹出的动态输入框中输入所需的数值。

Step5. 单击“线性尺寸”对话框中的关闭按钮，如图 3.8.5b 所示。

2. 标注竖直距离

标注竖直距离是指标注直线或两点之间的竖直投影长度。下面通过标注图 3.8.5c 所示的尺寸来说明标注竖直距离的步骤。

Step1. 选择刚标注的水平距离右击，在弹出的快捷菜单中选择删除(D)命令，删除该水平距离。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 尺寸(M) → 线性(L)...命令，在“线性尺寸”对话框测量区域的方法下拉列表中选择竖直选项，单击选取图 3.8.5a 所示的直线，系统生成竖直尺寸。

Step3. 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。如果要改变距离数值，则可以在弹出的动态输入框中输入所需的数值。

Step4. 单击关闭按钮，完成竖直尺寸的标注，如图 3.8.5c 所示。

3. 标注平行距离

标注平行距离是指标注所选直线两端点之间的平行投影长度。下面通过标注图 3.8.6b 所示的尺寸来说明标注平行距离的步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.08\ADD_DIMENSION_02.prt。

Step2. 双击图 3.8.6a 所示的直线，单击按钮，进入草图工作环境。选择下拉菜单插入(S) → 尺寸(M) → 线性(L)...命令，在“线性尺寸”对话框测量区域的方法下拉

列表中选择 点到点 选项，选择两条直线的两个端点，系统生成平行尺寸。

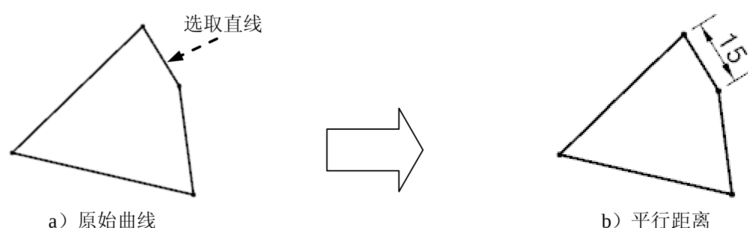


图 3.8.6 平行距离的标注

Step3. 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。

Step4. 单击 关闭 按钮，完成平行尺寸的标注，如图 3.8.6b 所示。

4. 标注垂直距离

标注垂直距离是指标注所选点与直线之间的垂直距离。下面通过标注图 3.8.7 所示的尺寸来说明标注垂直距离的步骤。

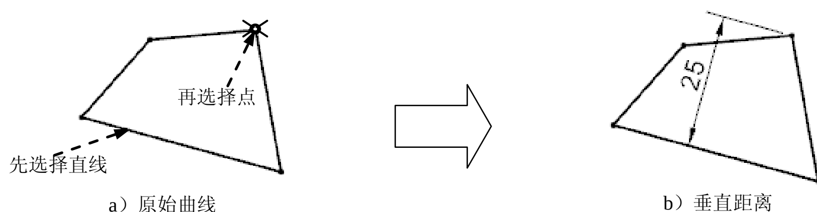


图 3.8.7 垂直距离的标注

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.08\ADD_DIMENSION_03.prt。

Step2. 双击图 3.8.7a 所示的直线，单击 按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) ▸ → 线性(L)... 命令，在“线性尺寸”对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 垂直 选项，先选择直线，然后再选择点，系统生成垂直尺寸。

Step3. 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。

Step4. 单击 关闭 按钮，完成垂置距离的标注，如图 3.8.7b 所示。

5. 标注两条直线间的角度

标注两条直线间的角度是指标注所选直线之间夹角的大小，且角度有锐角和钝角之分。下面通过标注图 3.8.8 所示的角度来说明标注直线间角度的步骤。

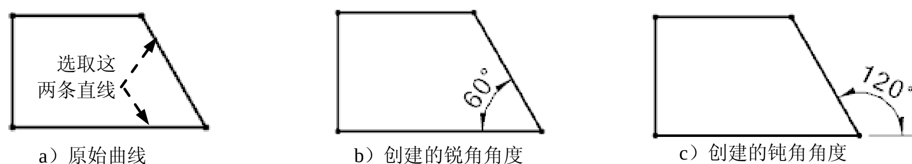


图 3.8.8 角度的标注

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.08\ADD_ANGLE.prt。

Step2. 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 角度(A)... 命令，选取两条直线（图 3.8.8a），系统生成角度。

Step3. 移动鼠标至合适位置（移动的位置不同，生成的角度可能是锐角或钝角，如图 3.8.8 所示），单击放置尺寸。

Step4. 单击 关闭 按钮，完成角度的标注，如图 3.8.8b、c 所示。

6．标注直径

标注直径是指标注所选圆直径的大小。下面通过标注图 3.8.9 所示圆的直径来说明标注直径的步骤。

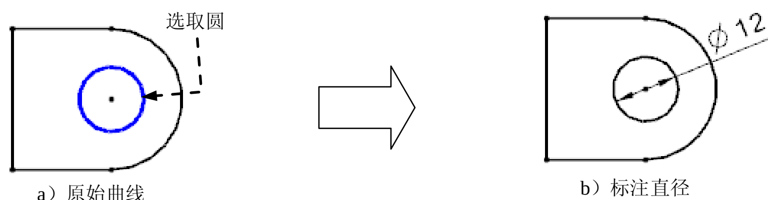


图 3.8.9　直径的标注

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.08\ADD_DIAMETER.prt。

Step2. 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 径向(R)... 命令，然后在“径向尺寸”对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 直径 选项，选取图 3.8.9a 所示的圆，系统生成直径尺寸。

Step3. 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。

Step4. 单击 关闭 按钮，完成直径的标注，如图 3.8.9b 所示。

7．标注半径

标注半径是指标注所选圆或圆弧半径的大小。下面通过标注图 3.8.10 所示圆弧的半径来说明标注半径的步骤。

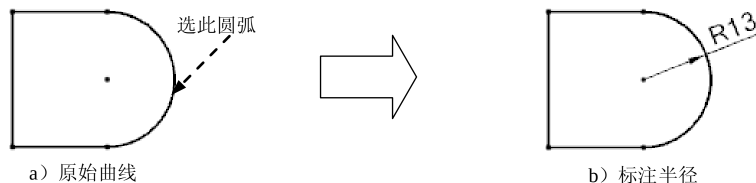


图 3.8.10　半径的标注

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.08\ADD_RADIUS.prt。

Step2. 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 径向(R)... 命令，在“径向尺寸”对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 径向

选项，然后选择圆弧（图 3.8.10a），系统生成半径尺寸。

Step3. 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。如果要改变圆的半径尺寸，则可在弹出的动态输入框中输入所需的数值。

Step4. 单击 关闭 按钮，完成半径的标注，如图 3.8.10b 所示。

3.9 修改草图约束

3.9.1 显示/移除约束

“显示/移除约束”主要是用来查看现有的几何约束，设置查看的范围、查看类型和列表方式以及移除不需要的几何约束。

单击“草图约束”工具条中的按钮，显示施加到草图上的所有几何约束，然后单击“草图约束”工具条中的按钮，系统弹出图 3.9.1 所示的“显示/移除约束”对话框。

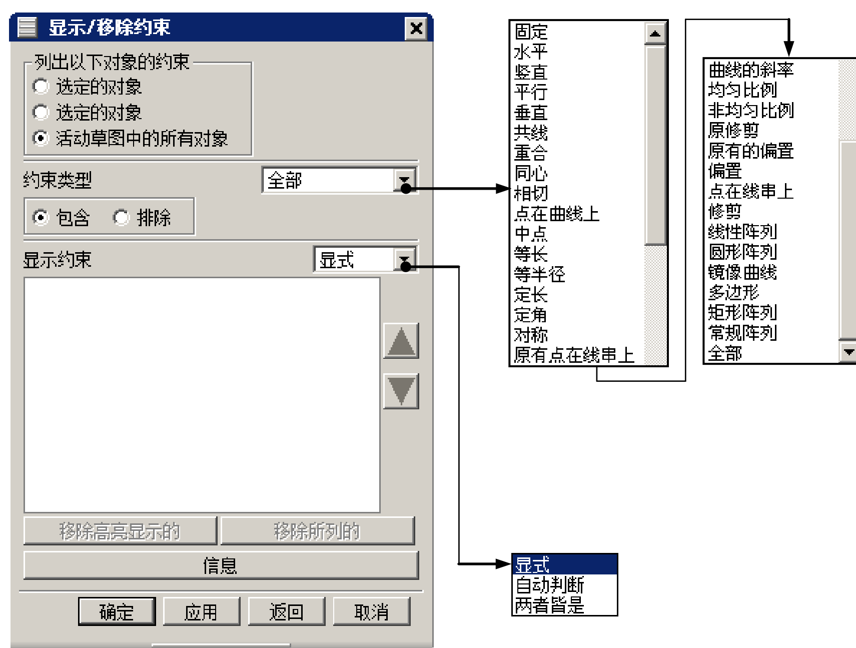


图 3.9.1 “显示/移除约束”对话框

图 3.9.1 所示的“显示/移除约束”对话框中各选项用法的说明如下。

- 列出以下对象的约束 区域：控制在“显示约束”列表框中要列出的约束。它包含三个单选按钮。
  - ☑ 选定的对象：每次仅允许选择一个对象。选择其他对象将自动取消选择以前选定的对象。“显示约束”列表中显示与选定对象相关的约束。这是默认设置。
  - ☑ 选定的对象：可选择多个对象，选择其他对象不会取消选择以前选定的对象，

它允许用户选取多个草图对象，"显示约束"列表中将显示所有选定对象包含的全部几何约束。

☑ 活动草图中的所有对象：在"显示约束"列表中列出当前草图对象中所有的约束。

- 约束类型下拉列表：选择需要显示的约束类型。当选择此下拉列表时，系统会列出可选的约束类型（图 3.9.1），用户从中选择要显示的约束类型名称即可。在"约束类型"的包含和排除两个单选按钮中只能选一个，通常都选中包含单选按钮。
- 显示约束下拉列表：控制"显示约束"列表框中是显示指定类型的约束，还是显示指定类型以外的所有其他约束。显示约束下拉列表包含三个选项，分别介绍如下。

  ☑ 显式：显示所有由用户显示或非显示创建的约束，包括所有非自动判断的重合约束，但不包括所有系统在曲线创建期间自动判断的重合约束。

  ☑ 自动判断：显示所有自动判断的重合约束，它们是在曲线创建期间由系统自动创建的。

  ☑ 两者皆是：显示包括显式和自动判断两种类型的约束。
- 显示约束列表：该列表用于显示当前选定的草图几何对象的几何约束。当在该列表中选择某约束时，约束对应的草图对象在图形区中会呈高亮显示，并显示出草图对象的名称。列表右侧的上下箭头用于按顺序选择约束。
- 移除高亮显示的按钮：用于移除一个或多个约束，方法是在"显示约束"列表中选择需要移除的约束，然后单击此按钮。
- 移除所列的按钮：用于移除在"显示约束"列表中的所有约束。
- 信息按钮：在"信息"窗口中显示有关活动的草图的所有几何约束信息。如果要保存或打印出约束信息，该按钮很有用。

3.9.2 约束的备选解

当用户对一个草图对象进行约束操作时，同一约束条件可能存在多种满足约束的情况，"备选解"正是针对这种情况的操作，它可将约束的一种解法转为另一种解法。

"草图工具"工具条中没有"备选解"按钮，读者可以在工具条中加入此按钮，也可通过定制的方法在下拉菜单中添加该命令（以下如有添加命令或按钮的情况将不再说明）。单击此按钮，则会弹出"备选解"对话框（图 3.9.2），在系统选择一个尺寸或圆/圆弧的提示下选择对象，系统会将所选对象直接转换为同一约束的另一种约束表现形式，单击应用按钮后还可以继续对其他操作对象进行约束方式的"备选解"操作；如果没有，则单击确定按钮完成"备选解"操作。

下面用一个具体的实例说明“备选解”的操作。如图 3.9.3 所示，绘制的是两个相切的圆。我们知道两圆相切有“外切”和“内切”两种情况。如果不想要图 3.9.3a 中所示的“外切”的图形，可以通过“备选解”操作，把它们转换为“内切”的形式，具体步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.09\ALTERNATION.prt。

Step2. 双击草图，单击按钮，进入草图工作环境。

Step3. 选择命令。选择下拉菜单 工具(T) → 约束(T) → 备选解算方案(O)... 命令，系统弹出“备选解”对话框，如图 3.9.2 所示。

Step4. 定义对象。分别选取图 3.9.3 所示的任意一个圆，则实现“备选解”操作，如图 3.9.3b 所示。

Step5. 单击 关闭 按钮，关闭“备选解”对话框。

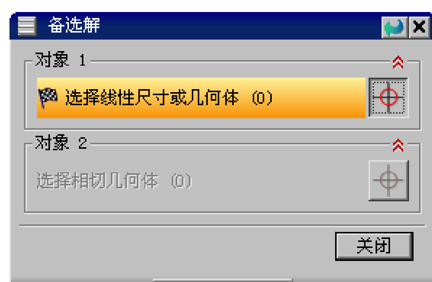


图 3.9.2　“备选解”对话框

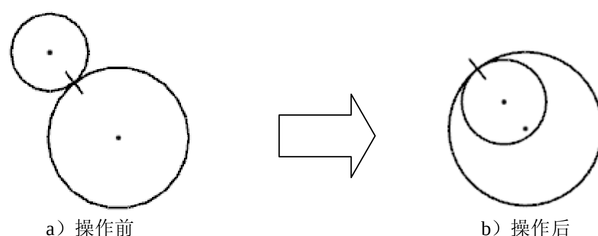


图 3.9.3　备选解操作实例

3.9.3　移动尺寸

为了使草图的布局更清晰合理，可以移动尺寸文本的位置，操作步骤如下。

Step1. 将鼠标移至要移动的尺寸处，按住左键。

Step2. 左右或上下移动鼠标，可以移动尺寸箭头和文本框的位置。

Step3. 在合适的位置松开左键，完成尺寸位置的移动。

3.9.4　修改尺寸值

修改草图的标注尺寸有如下两种方法。

打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.09\EDIT_DIMENSION.prt。

方法一：

Step1. 双击要修改的尺寸，如图 3.9.4 所示。

Step2. 系统弹出动态输入框，如图 3.9.5 所示。在动态输入框中输入新的尺寸值，并单击中键完成尺寸的修改，如图 3.9.6 所示。

方法二：

Step1. 将鼠标移至要修改的尺寸处右击。

Step2. 在弹出的快捷菜单中选择 编辑值(V)... 命令。

Step3. 在弹出的动态输入框中输入新的尺寸值，单击中键完成尺寸的修改。

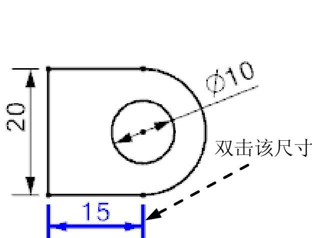


图 3.9.4　标注尺寸（一）

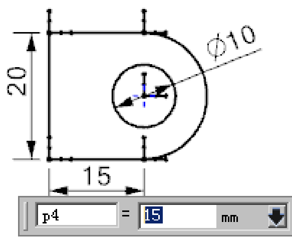


图 3.9.5　标注尺寸（二）

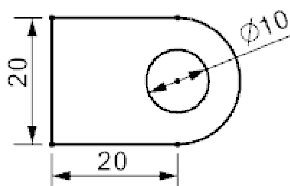


图 3.9.6　标注尺寸（三）

3.9.5　动画尺寸

动画尺寸是指使草图中指定的尺寸在规定的范围内变化，从而观察其他相应的几何约束的变化情形，以此来判断草图设计的合理性，并及时发现错误，但必须注意在进行动画模拟操作之前，必须在草图对象上进行尺寸标注和添加必要的几何约束。下面以一个实例来说明动画尺寸的一般操作步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.09\CARTOON.prt。

Step2. 双击已有草图，单击按钮，进入草图工作环境，草图如图 3.9.7 所示。

Step3. 选择下拉菜单 工具(T) → 约束(T) → 动画尺寸(M)... 命令，系统弹出图 3.9.8 所示的“动画尺寸”对话框。

Step4. 根据系统 选择动画尺寸 的提示，在“动画尺寸”对话框的列表中选择尺寸“20”，并分别在 下限 和 上限 文本框中输入数值 16.00 和 24.00，在 步数/循环 文本框中输入循环的步数为 40，如图 3.9.8 所示。

说明： 步数/循环 文本框中输入的值越大，动画模拟时尺寸的变化越慢，反之亦然。

Step5. 选中 ☑ 显示尺寸 复选框，单击 应用 按钮启动动画，同时弹出“动画”对话框（图 3.9.9），此时可以看到所选尺寸的动画模拟效果。

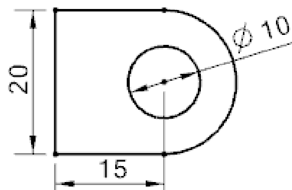


图 3.9.7　草图

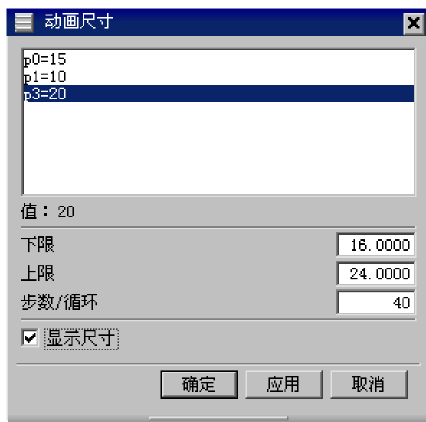


图 3.9.8　“动画尺寸”对话框

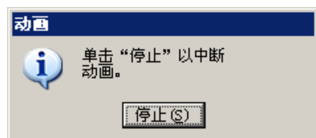


图 3.9.9　“动画”对话框

Step6. 单击“动画”对话框中的 停止(S) 按钮，草图恢复到原来的状态，然后单击 取消 按钮。

注意：草图动画模拟尺寸显示并不改变草图对象的尺寸，当动画模拟显示结束时，草图又回到原来的显示状态。

3.9.6 转换至/自参考对象

在为草图对象添加几何约束和尺寸约束的过程中，有些草图对象是作为基准、定位来使用的，或者有些草图对象在创建尺寸时可能引起约束冲突，此时可利用“草图约束”工具条中的“转换至/自参考对象”按钮将草图对象转换为参考线；当然必要时，也可利用该按钮将其激活，即从参考线转化为草图对象。下面以图 3.9.10 为例，说明其操作方法及作用。

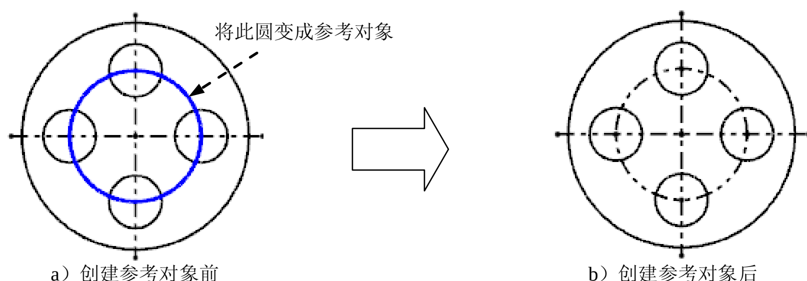


图 3.9.10 转换参考对象

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch03.09\REFERENCE.prt。

Step2. 进入草图工作环境。在部件导航器中右击 草图 (1)，选择 可回滚编辑... 命令。

Step3. 选择下拉菜单 工具(T) → 约束(T) → 转换至/自参考对象(V)... 命令，系统弹出“转换至/自参考对象”对话框，选中 ⊙ 参考曲线或尺寸 单选按钮。

Step4. 根据系统 **选择要转换的曲线或尺寸** 的提示，选取图 3.9.10a 中的线，单击 应用 按钮，被选取的对象就转换成参考对象，结果如图 3.9.10b 所示。

Step5. 在“转换至/自参考对象”对话框中选中 ⊙ 活动曲线或驱动尺寸 单选按钮，然后选取图 3.9.10b 中创建的参考对象，单击 应用 按钮，参考对象被激活，变回图 3.9.10a 所示的形式，然后单击 取消 按钮。

3.10 草图的管理

在草图绘制完成后，可通过图 3.10.1 所示的“草图”工具条来管理草图。下面简单介绍工具条中各工具按钮的功能。



图 3.10.1　“草图”工具条

3.10.1　定向视图到草图

“定向视图到草图”按钮为，用于使草图平面与屏幕平行，方便草图的绘制。

3.10.2　定向视图到模型

“定向视图到模型”按钮为，用于将视图定向到当前的建模视图，即在进入草图环境之前显示的视图。

3.10.3　重新附着

“重新附着”按钮为，该按钮有以下三个功能。

- 移动草图到不同的平面、基准平面或路径。
- 切换原位上的草图到路径上的草图，反之亦然。
- 沿着所附着的路径，更改路径上的草图的位置。

注意：目标平面、面或路径必须有比草图更早的时间戳记（即在草图前创建）。对于原位上的草图，重新附着也会显示任意的定位尺寸，并重新定义它们参考的几何体。

3.10.4　创建定位尺寸

利用中的各下拉选项，可以创建、编辑、删除或重定义草图定位尺寸，并且相对于已存在几何体（边缘、基准轴和基准平面）定位草图。

单击后面向下的三角箭头，弹出图 3.10.2 所示的下拉选项，它们分别为“创建定位尺寸”按钮、“编辑定位尺寸”按钮、“删除定位尺寸”按钮和“重新定义定位尺寸”按钮。单击“创建定位尺寸”按钮，弹出图 3.10.3 所示的“定位”对话框，可以创建草图的定位尺寸。

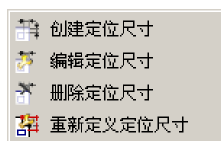


图 3.10.2　“定位草图”命令

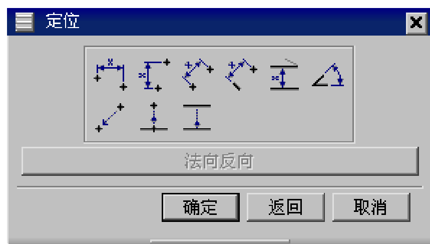


图 3.10.3　“定位”对话框

3.10.5 延迟计算与评估草图

“延迟计算”按钮为，选择该按钮后，系统将延迟草图约束的评估（即创建曲线时，系统不显示约束；指定约束时，系统不会更新几何体），直到单击“评估草图”按钮后才可查看草图自动更新的情况。

3.10.6 更新模型

“更新模型”按钮为，用于模型的更新，以反映对草图所做的更改。如果存在要进行的更新，并且退出了草图环境，则系统会自动更新模型。

3.11 草图范例 1

范例概述：

本范例主要介绍草图的绘制、编辑和标注的过程，读者要重点掌握约束与尺寸的标注。如图 3.11.1 所示，其绘制过程如下。

Step1. 新建一个文件。

（1）选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令，系统弹出“新建”对话框。

（2）在“新建”对话框的 模板 选项栏中选取模板类型为 模型 ，在 名称 文本框中输入文件名为 SKETCH01，然后单击 确定 按钮。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，系统弹出“创建草图”对话框，选择 XY 平面为草图平面，单击该对话框中的 确定 按钮，系统进入草图环境。

Step3. 大致绘制图 3.11.2 所示的轮廓。

Step4. 添加几何约束。

(1) 单击“设为对称”按钮，选取图 3.11.2 所示的直线 1 为主对象,选取直线 2 为次对象，选取 Y 轴为对称中心线。

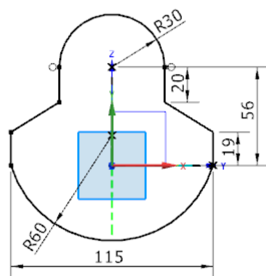


图 3.11.1 二维草图范例 1

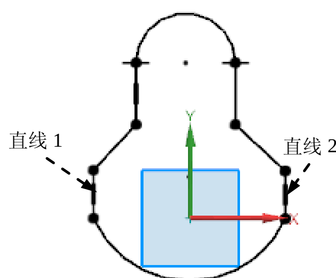


图 3.11.2 绘制大概轮廓

（2）参照上述步骤完成图 3.11.3 所示的其余对称约束。

（3）单击“几何约束”按钮。系统弹出“几何约束”对话框，单击“点在曲线上”按钮，选取图 3.11.4 所示的端点和水平轴线，则添加“点在曲线上”约束。

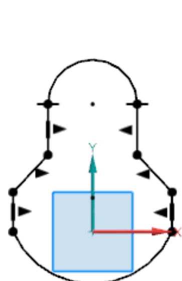


图 3.11.3　添加对称约束

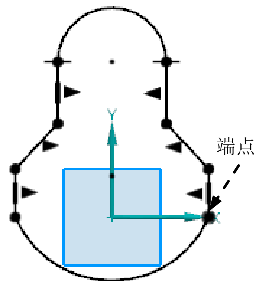


图 3.11.4　定义约束对象

Step5. 添加尺寸约束。

（1）标注水平尺寸。选择下拉菜单插入(S) → 尺寸(M) → 线性(L)...命令，在系统弹出的“线性尺寸”对话框测量区域的方法下拉列表中选择水平选项，可标注图 3.11.5 中两直线间的水平尺寸；单击绘图区域中的一点确定标注位置；在弹出的动态输入框中输入尺寸值 115。单击中键完成，如图 3.11.6 所示。

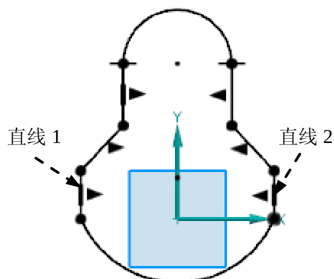


图 3.11.5　定义标注参考

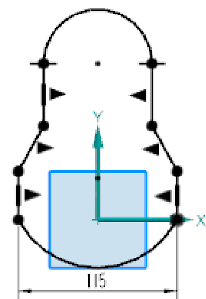


图 3.11.6　水平尺寸标注

（2）标注竖直尺寸。选择下拉菜单插入(S) → 尺寸(M) → 线性(L)...命令，在“线性尺寸”对话框测量区域的方法下拉列表中选择竖直选项，标注直线 2（图 3.11.5），竖直尺寸值为 19，如图 3.11.7 所示。接着标注其余竖直尺寸，如图 3.11.8 所示。

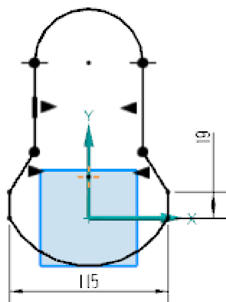


图 3.11.7　标注竖直尺寸 1

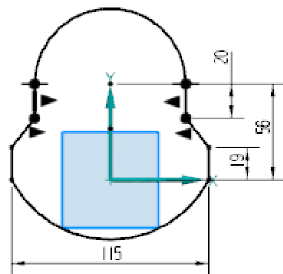


图 3.11.8　标注竖直尺寸 2

（3）标注半径尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 径向(R)... 命令，在“径向尺寸”对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 径向 选项，标注圆弧 1（图 3.11.9），半径尺寸为 30；参照上述步骤可标注圆弧 2（图 3.11.10），半径尺寸值为 60。此时系统提示 草图已完全约束。

3.12 草图范例 2

范例概述：

本范例主要介绍草图的绘制、编辑和标注的过程，读者要重点掌握约束与尺寸的标注。如图 3.12.1 所示，其绘制过程如下。

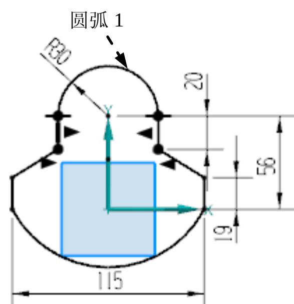


图 3.11.9　半径标注

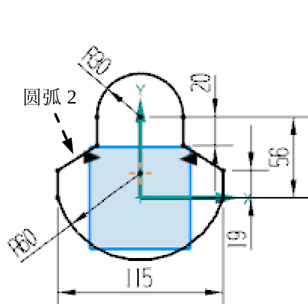


图 3.11.10　其余半径标注

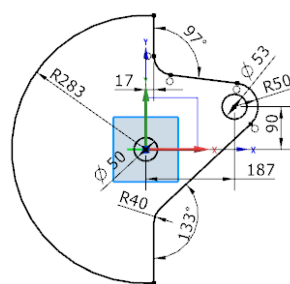


图 3.12.1　二维草图范例 2

Step1. 新建一个文件。

（1）选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令，系统弹出“新建”对话框。

（2）在“新建”对话框的 模板 选项栏中选取模板类型为 模型，在 名称 文本框中输入文件名为 SKETCH02，然后单击 确定 按钮。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，系统弹出“创建草图”对话框，选择 XY 平面为草图平面，单击该对话框中的 确定 按钮，系统进入草图环境。

Step3. 大致绘制图 3.12.2 所示的轮廓。

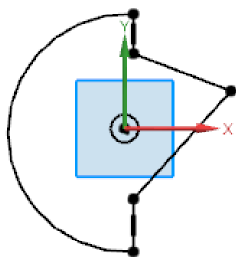
Step4. 选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 圆角(F)... 命令，绘制图 3.12.3 所示的圆角。

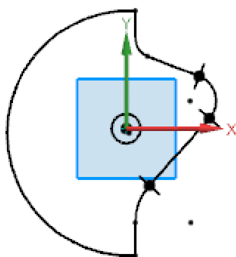
Step5. 选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 圆(C)... 命令，大致绘制图 3.12.4 所示的圆。

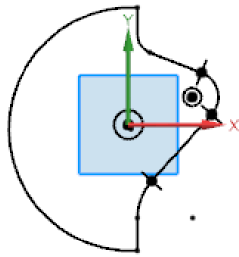
Step6. 添加几何约束。

（1）单击“几何约束”按钮。系统弹出“几何约束”对话框，单击按钮，选取图 3.12.5 所示的两段圆弧，则在圆弧和圆弧之间添加图 3.12.5 所示的“同心”约束。

（2）单击“等半径”按钮，选取图 3.12.6 所示的两圆弧，则添加“等半径”约束。


图 3.12.2　绘制大概轮廓


图 3.12.3　绘制圆角


图 3.12.4　绘制圆

Step7. 添加尺寸约束。

（1）标注水平尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 线性(L)... 命令，在系统弹出的“线性尺寸”对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 水平 选项，可标注图 3.12.7 中 Y 轴与直线 1 之间的长度；单击绘图区域中的一点确定标注位置；在弹出的动态输入框中输入尺寸值 17，单击中键完成，如图 3.12.8 所示。

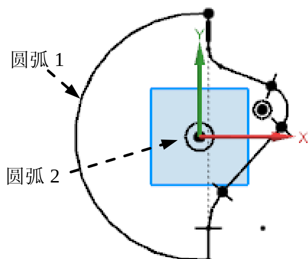


图 3.12.5　添加同心约束

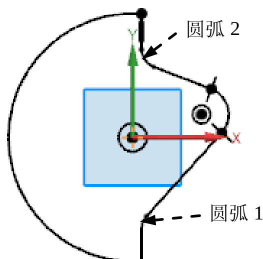


图 3.12.6　添加等半径约束

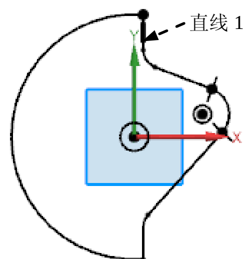


图 3.12.7　添加标注参考

（2）参照上述步骤完成图 3.12.9 所示的其余水平尺寸。

（3）标注半径尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 径向(R)... 命令，在“径向尺寸”对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 径向 选项，标注圆弧 1（图 3.12.10），半径尺寸值为 283；接着标注圆弧 2、圆弧 3（图 3.12.11），半径尺寸值分别为 50、40。

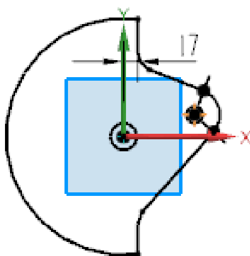


图 3.12.8　标注水平尺寸

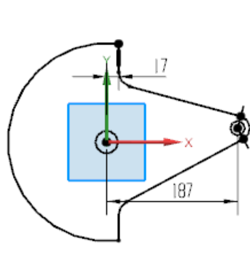


图 3.12.9　标注其余水平尺寸

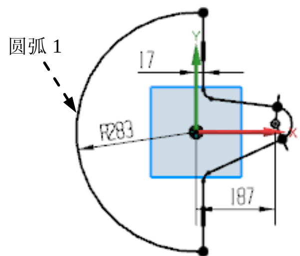


图 3.12.10　标注半径尺寸

（4）标注直径尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 径向(R)... 命令，然后在“径向尺寸”对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 直径 选项，标注圆 1（图 3.12.12），直径尺寸值为 50；接着标注圆 2（图 3.12.13），直径尺寸值为 53。

（5）标注竖直尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 线性(L)... 命令，在“线性尺寸”对话框 测量 区域 方法 的下拉列表中选择 竖直 选项，标注圆心点 1 与坐标原点之间的竖直尺寸（图 3.12.13），竖直尺寸值为 90，如图 3.12.14 所示。

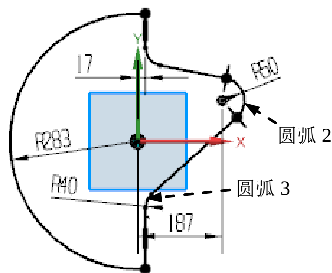


图 3.12.11　标注其余半径尺寸

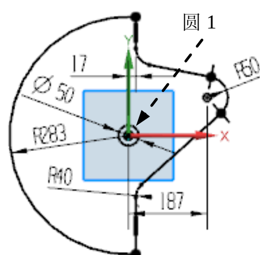


图 3.12.12　标注直径尺寸

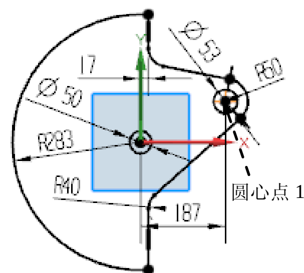


图 3.12.13　标注其余直径尺寸

（6）标注角度尺寸。 选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 角度(A)... 命令，可标注图 3.12.15 中两条直线之间的角度，角度值为 97；接着标注图 3.12.16 所示的其余角度尺寸，角度值为 133，此时系统提示 草图已完全约束。

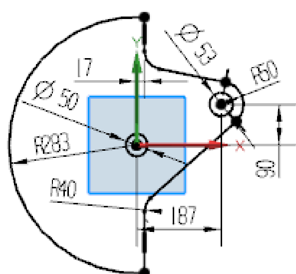


图 3.12.14　标注竖直尺寸

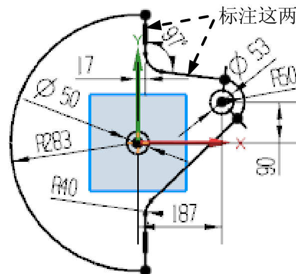


图 3.12.15　标注角度尺寸

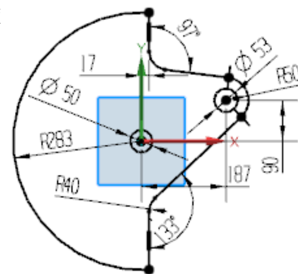


图 3.12.16　标注其余角度尺寸

第 4 章　一般产品零件的设计

4.1　三维建模概述

4.1.1　建模方式

用 UG NX 10.0 进行零件设计，其方法灵活多样，一般而言，有以下四种。

1．显式建模

显式建模对象是相对于模型空间而不是相对于彼此建立的，显式建模属于非参数化建模方式。对某一个对象所做的改变不影响其他对象或最终模型，例如过两个存在点建立一条线，或过三个存在点建立一个圆，若移动其中的一个点，已建立的线或圆不会改变。

2．参数化建模

为了进一步编辑一个参数化模型，应将定义模型的参数值随模型一起存储，且参数可以彼此引用，以建立模型各个特征间的关系。例如一个孔的直径或深度，或一个矩形凸垫的长度、宽度和高度。设计者的意图可以是孔的深度总是等于凸垫的高度。将这些参数链接在一起可以获得设计者需要的结果，这是显式建模很难完成的。

3．基于约束的建模

在基于约束的建模中，模型的几何体是从作用到定义模型几何体的一组设计规则，这组规则称之为约束，用于驱动或求解。这些约束可以是尺寸约束（如草图尺寸或定位尺寸）或几何约束（如平行或相切）。

4．复合建模

复合建模是上述三种建模技术的发展与选择性组合。UG NX 10.0 复合建模支持传统的显式几何建模、基于约束的建模和参数化特征建模，将所有工具无缝地集成在单一的建模环境内，设计者在建模技术上有更多的灵活性。复合建模也包括新的直接建模技术，允许设计者在非参数化的实体模型表面上施加约束。

对于每一个基本体素特征、草图特征、设计特征和细节特征，在 UG NX 10.0 中都提供了相关的特征参数编辑，可以随时通过更改相关参数来更新模型形状。这种通过尺寸进行驱动的方式为建模及更改带来很大的便利，这将在后续的章节中结合具体的例子加以介绍。

4.1.2　基本的三维模型

一般而言，基本的三维模型包括长方体、圆柱体和球体等简单的三维几何体。图 4.1.1 所示是几种典型的基本三维模型。三维几何图形的确立，需要在系统中定义坐标系（例如笛卡儿坐标系）来确立其尺寸和位置参数等。

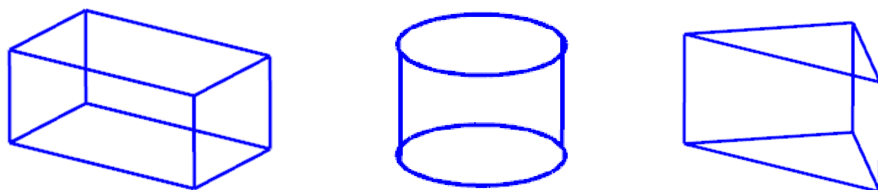


图 4.1.1　简单的三维模型

基本三维模型的一般创建过程如下。

Step1. 选取一个用于定位的坐标系，定义实体的存在空间。

Step2. 选定一个平面作为二维草图的绘制平面。

Step3. 在草图平面上创建形成三维模型所需的截面和轨迹等二维草图。

Step4. 生成三维模型。

说明：这里列举的是一般三维模型的创建过程，在 UG NX 10.0 系统中，一些常用的三维模型已经集成，可以直接调用，比如长方体、圆柱体、圆锥体和球体等。创建它们时，直接给出定位和尺寸参数即可，不用建立二维草图。

4.1.3　“特征”与三维建模

本节将简要介绍“特征添加”建模的方法，这种方法的使用十分普遍，UG NX 10.0 也将它运用到了软件中。

目前，“特征”或者“基于特征”的这些术语在 CAD 领域中频频出现，在创建三维模型时，人们普遍认为这是一种更直接、更有用的表达方式。

下面是一些书中或文献中对特征的定义。

- “特征”是表示与制造操作和加工工具相关的形状和技术属性。
- “特征”是需要一起引用的成组几何或者拓扑实体。
- “特征”是用于生成、分析和评估设计的单元。

一般来说，“特征”是构成一个零件或者装配件的单元，虽然从几何形状上看，它也包含作为一般三维模型的点、线、面或者实体单元，但更重要的是，它具有工程制造意义，也就是说基于特征的三维模型具有常规几何模型所没有的附加的工程制造等信息。

用“特征添加”的方法创建三维模型的优点如下。

- 表达更符合工程技术人员的习惯，并且三维模型的创建过程与其加工过程十分相近，软件容易上手和深入。
- 添加特征时，可附加三维模型的工程制造等信息。
- 在模型的创建阶段，特征结合于零件模型中，并且采用来自数据库的参数化通用特征来定义几何形状，这样在设计进行阶段就可以很容易地做出一个更为丰富的产品工艺，并且能够有效地支持下游活动的自动化，如模具和刀具等的准备以及加工成本的早期评估等。

下面以图 4.1.2 所示的三维模型为例，说明用“特征添加”创建三维模型的一般过程。这是一个由基本几何体组成的复杂的三维模型。其创建过程可以按以下步骤进行，如图 4.1.3 所示。

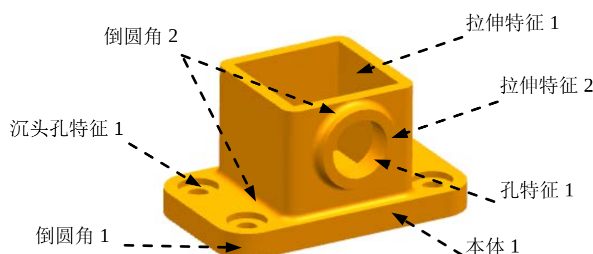


图 4.1.2　复杂三维模型

Step1. 创建或选取作为模型空间定位的基准特征，如基准面、基准线或基准坐标系。

Step2. 创建基本特征——本体 1。

Step3. 添加拉伸特征——拉伸特征 1。

Step4. 添加拉伸特征——拉伸特征 2。

Step5. 添加孔特征——孔特征 1。

Step6. 添加倒圆角特征——倒圆角特征 1。

Step7. 添加沉头孔特征——沉头孔特征 1。

Step8. 添加倒圆角特征——倒圆角特征 2。

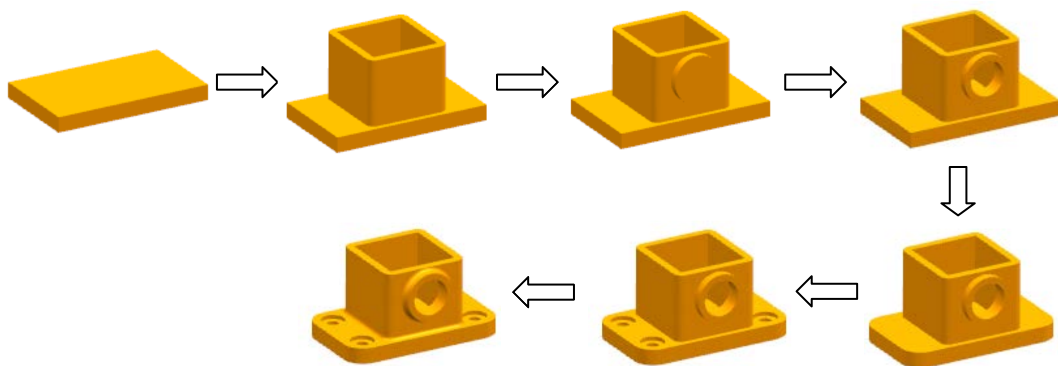


图 4.1.3　复杂三维模型的创建流程

对于初学者来说，从事设计应该首先掌握草图的绘制。在画草图时，根据设计的合理化和功能要求，将部件的粗略轮廓展现出来，然后进行几何和尺寸约束。这样就可以确保当设计进入到下一个工程阶段进行编辑时，不会丢失基本的特征。

学会把复杂的三维模型分解为简单的模型组合，这对提高建模效率有很大的帮助。有时，对于同一个模型，可以有多种创建方法，但是每种方法各有利弊，要视具体情况分别对待。

对于每一个基本体素特征、草图特征、设计特征和细节特征，在 UG NX 10.0 中都提供了相关的特征参数编辑，可以随时通过更改相关参数来更新模型形状。这种通过尺寸进行驱动的方式为建模及更改带来了很大的便利，这将在后续的章节中结合具体的例子加以介绍。

4.2　UG NX 10.0 文件操作

4.2.1　新建文件

新建一个部件文件，可以采用以下步骤。

Step1. 选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令。

Step2. 系统弹出“新建”对话框，在 模板 选项栏中选取模板类型为 模型，在 名称 文本框中输入文件名称（如 aaa.prt)，单击“名称”文本框后方的“打开”按钮，设置文件存放路径（或者在 文件夹 文本框中直接输入文件保存路径)。

Step3. 单击 确定 按钮，完成新部件的创建。

注意：UG NX 10.0 不支持含中文字符的目录，即在保存和打开文件时文件的路径不能含有任何中文字符。

“新建”对话框中主要选项的说明如下。

- 单位 下拉列表：规定新部件的测量单位，包括 全部、英寸 和 毫米 选项（如果软件安装的是简体中文版，则默认单位是毫米）。
- 名称 文本框：显示要创建的新部件文件名。写入文件名时，可以省略.prt 扩展名。当系统建立文件时，添加扩展名。文件名最长为 128 个字符，路径名最长为 256 个字符。有效的文件名字符与操作系统相关。不能使用如下的无效文件名字符，包括 “(双引号)、*（星号)、／（正斜杠)、<（小于号)、>（大于号)、:（冒号)、\（反斜杠)、|（垂直杠）等。
- 文件夹 文本框：用于设置文件的存放路径。

4.2.2　打开文件

打开一个部件文件，一般采用以下步骤。

Step1. 选择下拉菜单文件(F) → 打开(O)... 命令，系统弹出“打开”对话框。

Step2. 在对话框的查找范围(I):下拉列表中选择需打开文件所在的目录（如 D:\ug10pd\work\ch04.02），在文件名(N):文本框中输入部件名称（如 BASE_PART.prt），文件类型(T):下拉列表中保持系统默认选项。

Step3. 单击 OK 按钮，即可打开部件文件。

“打开”对话框中主要选项的说明如下。

- ☑ 预览复选框：选中该复选框，将显示选择部件文件的预览图像。利用此功能观看部件文件而不必在 UG NX 10.0 软件中一一打开，这样可以很快地找到所需要的部件文件。“预览”功能仅支持存储在 UG NX 10.0 中的部件，在 Windows 平台上有效。如果不想预览，取消选中该复选框即可。
- 文件名(N):文本框：显示选择的部件文件，也可以输入一部件文件的路径名，路径名长度最多为 256 个字符。
- 文件类型(T):下拉列表：用于选择文件的类型。选择某类型后，在“打开”对话框的列表中仅显示该类型的文件，系统也自动地用显示在此区域中的扩展名存储部件文件。
- 选项...：单击此按钮，系统弹出“装配加载选项”对话框，利用该对话框可以对加载方式、加载组件和搜索路径等进行设置。

在同一进程中，UG NX 10.0 允许同时创建和打开多个部件文件，可以在几个文件中不断切换并进行操作，很方便地同时创建彼此有关系的零件。选择下拉菜单窗口(O) → 2. body_ok.prt 命令（或其他选项），每次选中不同的文件即可互相切换，窗口(O)下拉菜单如果打开的文件超过 10 个，选择下拉菜单窗口(O) → 更多(M)... 命令，则弹出“更改窗口”对话框，可以在该对话框中选择所需的部件。

4.2.3　文件保存

1. 保存

在 UG NX 10.0 中，选择下拉菜单文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存文件。

2. 另存为

选择下拉菜单文件(F) → 另存为(A)... 命令，系统弹出“另存为”对话框，可以利用不

同的文件名存储一个已有的部件文件作为备份。

4.2.4　关闭部件和退出 UG NX 10.0

选择下拉菜单 文件(F) ➡ 关闭(C) ▸ ➡ 选定的部件(P)... 命令，系统弹出图 4.2.1 所示的“关闭部件”对话框，通过此对话框可以关闭选择的一个或多个打开的部件文件，也可以通过单击 关闭所有打开的部件 按钮，关闭系统当前打开的所有部件，此时系统将弹出“关闭所有文件”对话框，用户可以选择在关闭文件前是否进行保存操作。

注意：

- 选择下拉菜单 文件(F) ➡ 关闭(C) ▸ 命令后，系统弹出图 4.2.2 所示的“关闭”子菜单。
- 对于旧的 UG NX 10.0 版本中保存的部件，在新版本中加载时，系统将其作为已修改的部件来处理，因为在加载过程中对其进行了基本的转换，而这个转换是自动的。这意味着当从先前的版本中加载部件且未曾保存该部件，在关闭该文件时将得到一条信息，指出该部件已修改，即使根本就没有修改过文件也是如此。

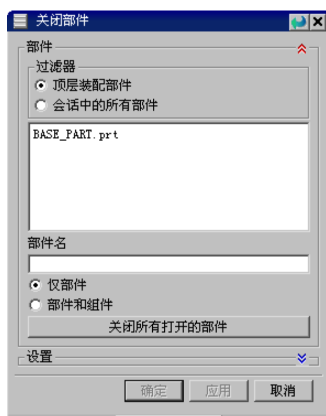


图 4.2.1　“关闭部件”对话框

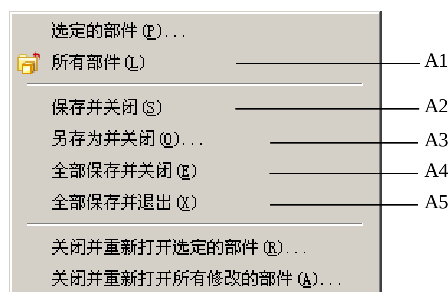


图 4.2.2　“关闭”子菜单

图 4.2.2 所示的“关闭”子菜单中相关命令的说明如下。

- A1：关闭当前所有的部件。
- A2：以当前名称和位置保存并关闭当前显示的部件。
- A3：以不同的名称和（或）不同的位置保存并关闭当前显示的部件。
- A4：以当前名称和位置保存并关闭所有打开的部件。
- A5：保存所有修改过的已打开部件（不包括部分加载的部件），然后退出 UG NX 10.0。

4.3 体　　素

4.3.1 基本体素

特征是组成零件的基本单元。一般而言，长方体、圆柱体、圆锥体和球体四个基本体素特征常常作为零件模型的第一个特征（基础特征）使用，然后在基础特征之上通过添加新的特征，以得到所需的模型，因此体素特征对零件的设计而言是最基本的特征。下面分别介绍以上四种基本体素特征的创建方法。

1．创建长方体

进入建模环境后，选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) ▸ → 长方体(K)... 命令（或单击工具条中的按钮），系统弹出图 4.3.1 所示的“块”对话框，在该对话框的 类型 区域中可以选择三种创建长方体的方法。

注意：如果下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) ▸ 中没有 长方体(K)... 命令，则需要定制，具体定制过程请参见“用户界面的定制”的相关内容。在后面的章节中如有类似情况，将不再做具体说明。

方法一：“原点和边长”方法。

下面以图 4.3.2 所示的长方体 1 为例来说明使用“原点和边长”方法创建长方体的一般过程。

Step1. 新建一个三维零件文件，文件名为 CUBOID_01。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) ▸ → 长方体(K)... 命令，系统弹出图 4.3.1 所示的“块”对话框。

Step3. 选择创建长方体的方法。在 类型 区域中选择 原点和边长 选项（图 4.3.1）。

Step4. 定义长方体的原点（即长方体的一个顶点）。选择坐标原点为长方体顶点（系统默认选择坐标原点为长方体顶点）。

Step5. 定义长方体的参数。在 长度(XC) 文本框中输入数值 220，在 宽度(YC) 文本框中输入数值 100，在 高度(ZC) 文本框中输入数值 35。

Step6. 单击 确定 按钮，完成长方体 1 的创建。

说明：长方体创建完成后，如果要对其进行修改，可直接双击该长方体，然后根据系统信息提示编辑其参数。

方法二：“两点和高度”方法。

“两点和高度”方法要求指定长方体在 Z 轴方向上的高度和其底面两个对角点的位置，

以此创建长方体。下面以图 4.3.3 所示的长方体 2 为例来说明使用“两点和高度”方法创建长方体的一般过程。



图 4.3.1 “块”对话框

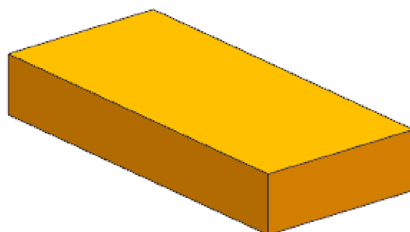


图 4.3.2 长方体 1

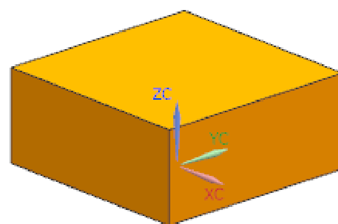


图 4.3.3 长方体 2

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.03\CUBOID_02.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 长方体(K)... 命令，系统弹出“块”对话框。

Step3. 选择创建长方体的方法。在 类型 区域中选择 两点和高度 选项。

Step4. 定义长方体的底面对角点。在图形区中选取图 4.3.4 所示的两个点作为长方体的底面对角点。

Step5. 定义长方体的高度。在 高度(ZC) 文本框中输入数值 35。

Step6. 单击 确定 按钮，完成长方体 2 的创建。

方法三：“两个对角点”方法。

该方法要求设置长方体两个对角点的位置，而不用设置长方体的高度，系统即可从对角点创建长方体。下面以图 4.3.5 所示的长方体 3 为例来说明使用“两个对角点”方法创建长方体的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.03\CUBOID_03.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 长方体(K)... 命令，系统弹出“块”对话框。

Step3. 选择创建长方体的方法。在 类型 区域中选择 两个对角点 选项。

Step4. 定义长方体的对角点。在图形区中选取图 4.3.6 所示的两个点作为长方体的对角点。

Step5. 单击 确定 按钮，完成长方体 3 的创建。

2．创建圆柱体

创建圆柱体有“轴、直径和高度”和“圆弧和高度”两种方法，分别介绍如下。

方法一：“轴、直径和高度”方法。

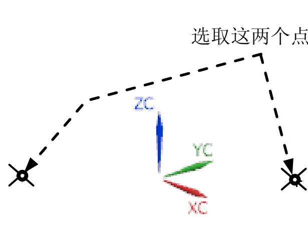


图 4.3.4　选取底面对角点

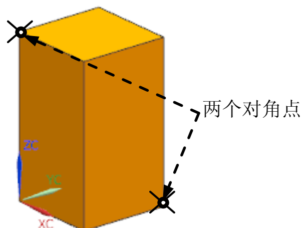


图 4.3.5　长方体特征 3

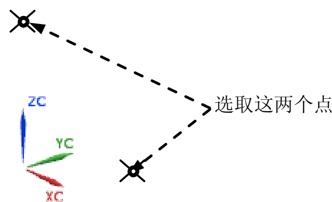


图 4.3.6　选取两个点作为对角点

“轴、直径和高度”方法要求确定一个矢量方向作为圆柱体的轴线方向，再设置圆柱体的直径和高度参数，以及设置圆柱体底面中心的位置。下面以图 4.3.7 所示的零件基础特征（圆柱体 1）为例来说明使用“轴、直径和高度”方法创建圆柱体的一般操作过程。

Step1. 新建一个三维零件文件，文件名为 CYLINDER_01。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 圆柱体(C)... 命令，系统弹出图 4.3.8 所示的“圆柱”对话框。

Step3. 选择创建圆柱体的方法。在 类型 下拉列表中选取圆柱的创建类型为 轴、直径和高度。

Step4. 定义圆柱体的轴线方向。单击“圆柱”对话框的按钮，系统弹出图 4.3.9 所示的“矢量”对话框。在“矢量”对话框的 类型 下拉列表中选择 ZC 轴 选项，单击 确定 按钮。

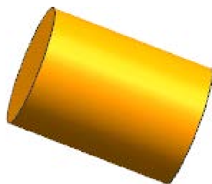


图 4.3.7　圆柱体 1



图 4.3.8　“圆柱”对话框

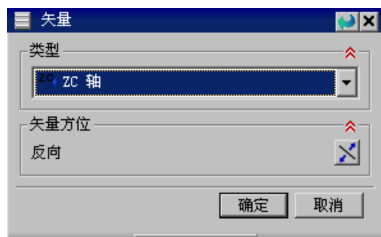


图 4.3.9　“矢量”对话框

Step5. 定义圆柱体参数。在“圆柱”对话框的 直径 文本框中输入数值 80，在 高度 文本框中输入数值 110。

Step6. 单击 确定 按钮，完成圆柱体 1 的创建。

方法二：“圆弧和高度”方法。

“圆弧和高度”方法是指通过设置高度和所选取的圆弧来创建圆柱体。下面以图 4.3.10 所示的零件基础特征（圆柱体 2）为例来说明使用“圆弧和高度”方法创建圆柱体的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.03\CYLINDER_02.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 圆柱体(C)... 命令，系统弹出“圆柱”对话框。

Step3. 选择创建圆柱体的方法。在类型下拉列表中选取圆柱的创建类型为 圆弧和高度。

Step4. 定义圆柱的截面圆弧。选取如图 4.3.11 所示的圆弧为圆柱截面。

Step5. 定义圆柱体参数。在“圆柱”对话框的高度文本框中输入数值 80。

Step6. 单击 确定 按钮，完成圆柱体 2 的创建。

3．创建圆锥体

圆锥体的创建方法有五种，下面一一介绍。

方法一：“直径和高度”方法。

“直径和高度”方法是指通过设置圆锥体的底部直径、顶部直径、高度以及圆锥轴线方向来创建圆锥体。下面以图 4.3.12 所示的圆锥体 1 为例来说明使用“直径和高度”方法创建圆锥体的一般操作过程。

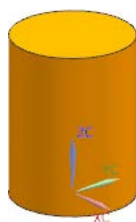


图 4.3.10　圆柱体 2

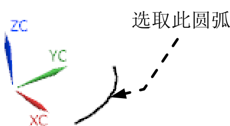


图 4.3.11　定义圆弧



图 4.3.12　圆锥体 1

Step1. 新建一个三维零件文件，文件名为 CONE_01。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 圆锥(O)... 命令，系统弹出图 4.3.13 所示的“圆锥”对话框。

Step3. 选择创建圆锥体的方法。在类型下拉列表中选择 直径和高度 选项。

Step4. 定义圆锥体轴线方向。在“圆锥”对话框中单击按钮，系统弹出“矢量”对话框，在“矢量”对话框的类型下拉列表中选择 ZC 轴 选项。

Step5. 定义圆锥体底面原点（圆心）。接受系统默认的原点（0，0，0）为底面原点。

Step6. 定义圆锥体参数。在底部直径文本框中输入数值 110，在顶部直径文本框中输入数值 0，在高度文本框中输入数值 120，单击 确定 按钮，完成圆锥体 1 的创建。

方法二：“直径和半角”方法。

“直径和半角”方法是指通过设置底部直径、顶部直径、半角以及圆锥轴线方向来创建圆锥体。下面以图 4.3.14 所示的圆锥体 2 为例，来说明使用“直径和半角”的方法创建圆锥体的一般操作过程。

Step1. 新建一个三维零件文件，文件名为 CONE_02。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 圆锥(O)... 命令，系统弹出“圆锥”对话框。

Step3. 选择创建圆锥体的方法。在类型下拉列表中选择 直径和半角 选项。

Step4. 定义圆锥体轴线方向。在“圆锥”对话框中单击按钮，系统弹出“矢量”对话框，在“矢量”对话框的类型下拉列表中选择 ZC 轴 选项。

Step5. 定义圆锥体底面原点（圆心）。选择系统默认的坐标原点（0，0，0）为底面原点。

Step6. 定义圆锥体参数。在底部直径文本框中输入数值 110.0，在顶部直径文本框中输入数值 0.0，在半角文本框中输入数值为 30.0，单击 确定 按钮，完成圆锥体 2 的创建。

方法三：“底部直径，高度和半角”方法。

“底部直径，高度和半角”方法是指通过设置底部直径、高度和半角参数以及圆锥轴线方向来创建圆锥体。下面以图 4.3.15 所示的圆锥体 3 为例，说明使用“底部直径，高度和半角”方法创建圆锥体的一般操作过程。



图 4.3.13　“圆锥”对话框



图 4.3.14　圆锥体 2



图 4.3.15　圆锥体 3

Step1. 新建一个三维零件文件，文件名为 CONE_03。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 圆锥(O)... 命令，系统弹出“圆锥”对话框。

Step3. 选择创建圆锥体的方法。在类型下拉列表中选择 底部直径，高度和半角 选项。

Step4. 定义圆锥体轴线方向。在“圆锥”对话框中单击按钮，系统弹出“矢量”对话框，在“矢量”对话框的类型下拉列表中选择 ZC 轴 选项。

Step5. 定义圆锥体底面原点（圆心）。选择系统默认的坐标原点（0，0，0）为底面原点。

Step6. 定义圆锥体参数。在底部直径、高度、半角文本框中分别输入数值 110.0、90.0、30.0。单击确定按钮，完成圆锥体 3 的创建。

方法四：“顶部直径，高度和半角”方法。

“顶部直径，高度和半角”方法是指通过设置顶部直径、高度和半角参数以及圆锥轴线方向来创建圆锥体。其操作和“底部直径，高度和半角”方法基本一致，可参照其创建的步骤，在此不再赘述。

方法五：“两个共轴的圆弧”方法。

“两个共轴的圆弧”方法是指通过选取两个圆弧对象来创建圆锥体。下面以图 4.3.16 所示的圆锥体 4（锥台）为例，说明使用“两个共轴的圆弧”方法创建圆锥体的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.03\CONE_04.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) ▸ → 圆锥(O)... 命令，系统弹出“圆锥”对话框。

Step3. 选择创建圆锥体的方法。在类型下拉列表中选择 两个共轴的圆弧 选项。

Step4. 选取图 4.3.17 所示的两条弧，完成圆锥体 4 的创建。

注意：创建圆锥特征的“两个共轴的圆弧”方法，所选的两个弧（圆）的直径不能相等，否则创建将出错。

4. 创建球体

球体特征可以通过“中心点和直径”和“圆弧”这两种方法进行创建，分别介绍如下。

方法一：“中心点和直径”方法。

“中心点和直径”方法是指通过设置球体的直径和球体圆心点位置的方法创建球特征。下面以图 4.3.18 所示的零件基础特征——球体 1 为例，说明使用“中心点和直径”方法创建球体的一般操作过程。

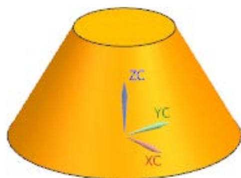


图 4.3.16 圆锥体 4

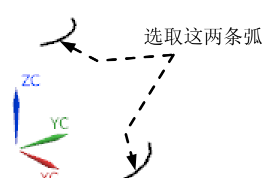


图 4.3.17 选取圆弧

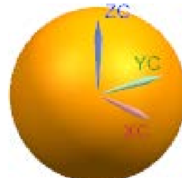


图 4.3.18 球体 1

Step1. 新建一个三维零件文件，文件名为 SPHERE_01。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) ▸ → 球(S)... 命令，系统弹出如图 4.3.19 所示的“球”对话框。

Step3. 选择创建球体的方法。在类型下拉列表中选择中心点和直径选项。

Step4. 定义球中心点位置。在“球”对话框中单击按钮，系统弹出“点”对话框，接受系统默认的坐标原点（0，0，0）为球心。

Step5. 定义球体直径。在直径文本框中输入数值 90。单击确定按钮，完成球体 1 的创建。

方法二：“选择圆弧”方法。

“选择圆弧”方法是指通过选取的圆弧创建球体特征，选取的圆弧可以是一段弧也可以是圆。下面以图 4.3.20 所示的零件基础特征——球体 2 为例，说明使用“选择圆弧”方法创建球体的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.03\SPHERE_02。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 球(S)...命令，系统弹出“球”对话框。

Step3. 选择创建球体的方法。在类型下拉列表中选择圆弧选项。

Step4. 根据系统选择圆弧的提示，选取图 4.3.21 所示的圆弧，完成球体 2 的创建。

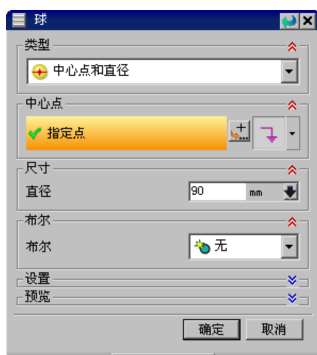


图 4.3.19　“球”对话框

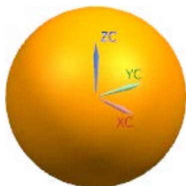


图 4.3.20　球体 2

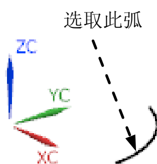


图 4.3.21　选取圆弧

4.3.2　在基础体素上添加其他体素

本节以图 4.3.22 所示的实体模型的创建过程为例，说明在基本体素特征上添加其他特征的一般过程。

Step1. 新建一个三维零件文件，文件名为 BUILDING_BLOCK。

Step2. 创建图 4.3.23 所示的基本长方体体素。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 长方体(K)...命令，系统弹出“块”对话框。

（2）选择创建长方体的方法。在类型下拉列表中选择原点和边长选项。

（3）定义原点位置。在“块”对话框中单击按钮，系统弹出“点”对话框，接受

系统默认的坐标原点（0，0，0）为原点。

（4）定义长方体参数。在长度(XC)文本框中输入数值 320，在宽度(YC)文本框中输入数值 150，在高度(ZC)文本框中输入数值 40。

（5）单击确定按钮，完成长方体的创建。

Step3. 添加图 4.3.24 所示的圆锥体特征。

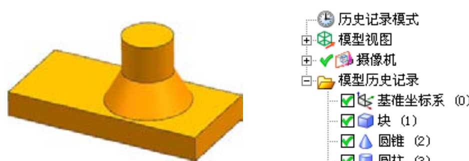


图 4.3.22　模型及模型树

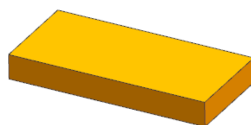


图 4.3.23　长方体特征

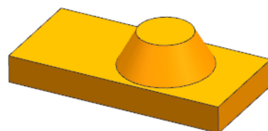


图 4.3.24　添加圆锥体特征

（1）选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 圆锥(O)...命令，系统弹出“圆锥”对话框。

（2）选择创建圆锥体的方法。在类型下拉列表中选择直径和高度选项。

（3）定义圆锥体轴线方向。在“圆锥”对话框中单击按钮，系统弹出“矢量”对话框，在“矢量”对话框的类型下拉列表中选择ZC 轴选项。

（4）定义圆锥体底面圆心位置。在“圆锥”对话框中单击“点对话框”按钮，弹出“点”对话框。在该对话框中设置圆心的坐标，在XC文本框中输入数值 200，在YC文本框中输入数值 75，在ZC文本框中输入数值 40，单击确定按钮，系统返回到“圆锥”对话框。

（5）定义圆锥体参数。在底部直径文本框中输入数值 135，在顶部直径文本框中输入数值 80，在高度文本框中输入数值 50。

（6）对圆锥体和前面已求和的实体进行布尔运算。在布尔下拉列表中选择求和选项，采用系统默认的求和对象。单击确定按钮，完成圆锥体的创建。

Step4. 添加图 4.3.25 所示的圆柱体特征。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 圆柱体(C)...命令，系统弹出“圆柱”对话框。

（2）选择创建圆柱体的方法。在类型下拉列表中选择圆弧和高度选项。

（3）定义圆柱的截面圆弧。选取如图 4.3.26 所示的圆弧为圆柱截面。

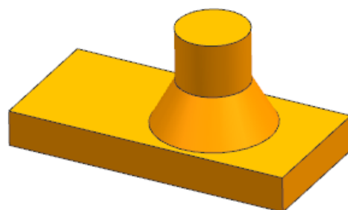


图 4.3.25　添加圆柱体特征

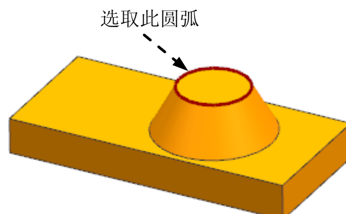


图 4.3.26　定义圆弧

（4）定义圆柱体参数。在“圆柱”对话框的高度文本框中输入数值 80。

（5）单击确定按钮，完成圆柱体的创建。

4.4　布尔操作

4.4.1　布尔操作概述

布尔操作可以对两个或两个以上已经存在的实体进行求和、求差及求交运算（注意：编辑拉伸、旋转、变化的扫掠特征时，用户可以直接进行布尔运算操作），可以将原先存在的多个独立的实体进行运算以产生新的实体。进行布尔运算时，首先选择目标体（即被执行布尔运算的实体，只能选择一个），然后选择工具体（即在目标体上执行操作的实体，可以选择多个），运算完成后工具体成为目标体的一部分，而且如果目标体和工具体具有不同的图层、颜色、线型等特性，产生的新实体具有与目标体相同的特性。如果部件文件中已存在实体，当建立新特征时，新特征可以作为工具体，已存在的实体作为目标体。布尔操作主要包括以下三部分内容：

- 布尔求和操作。
- 布尔求差操作。
- 布尔求交操作。

4.4.2　布尔求和操作

布尔求和操作用于将工具体和目标体合并成一体。下面以图 4.4.1 所示的模型为例，来介绍布尔求和操作的一般过程。

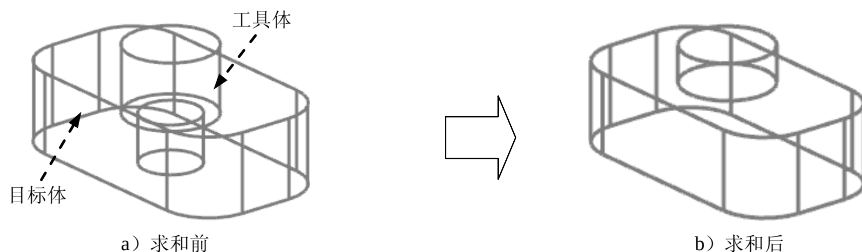


图 4.4.1　布尔求和操作

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.04\UNITE.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 组合(B) → 求和(U)...命令，系统弹出图 4.4.2 所示的“求和”对话框。



图 4.4.2 “求和”对话框

Step3. 定义目标体和工具体。在图 4.4.1a 中，依次选择目标体和工具体（圆柱体），单击 < 确定 > 按钮，完成该布尔操作，结果如图 4.4.1b 所示。

注意：布尔求和操作要求目标体和工具体必须在空间上接触才能进行运算，否则提示出错。

图 4.4.2 所示的“求和”对话框中各复选框的功能说明如下。

- 保持工具 复选框：为求和操作保存工具体。如果需要在一个未修改的状态下保存所选工具体的副本时，选中该复选框。在编辑“求和”特征时，取消选中该复选框。
- 保持目标 复选框：为求和操作保存目标体。如果需要在一个未修改的状态下保存所选目标体的副本时，选中该复选框。

4.4.3 布尔求差操作

布尔求差操作用于将工具体从目标体中移除。下面以图 4.4.3 所示的模型为例，介绍布尔求差操作的一般过程。

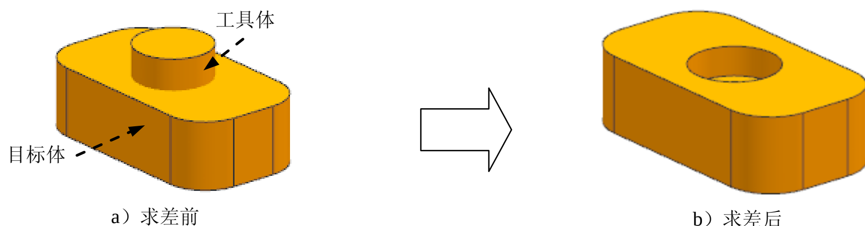


图 4.4.3 布尔求差操作

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.04\SUBTRACT.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 组合(B) ➡ 求差(S)... 命令，系统弹出图 4.4.4 所示的“求差”对话框。

Step3. 定义目标体和工具体。依次选取图 4.4.3a 所示的目标体和工具体，单击 < 确定 > 按钮，完成该布尔操作。

4.4.4　布尔求交操作

布尔求交操作用于创建包含两个不同实体的共有部分。进行布尔求交运算时，工具体与目标体必须相交。下面以图 4.4.5 所示的模型为例，介绍布尔求交操作的一般过程。

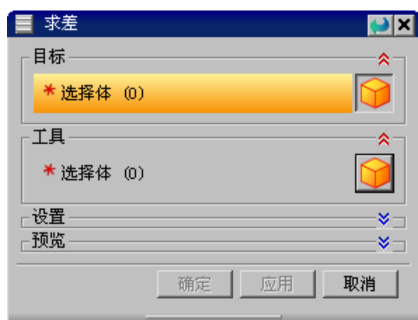


图 4.4.4　“求差”对话框

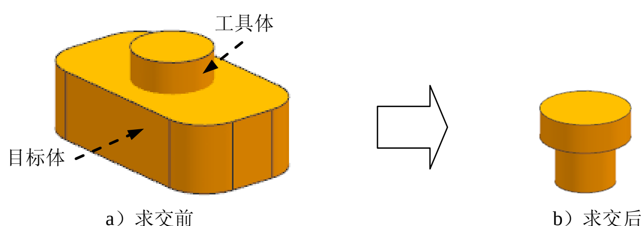


图 4.4.5　布尔求交操作

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.04\INTERSECTION.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) ▸ → 求交(I)... 命令，系统弹出图 4.4.6 所示的“求交”对话框。

Step3. 定义目标体和工具体。依次选取如图 4.4.5a 所示的实体作为目标体和工具体，单击 < 确定 > 按钮，完成该布尔操作。

4.4.5　布尔出错消息

如果布尔运算的使用不正确，可能出现错误，其出错信息如下。

- 在进行实体的求差和求交运算时，所选工具体必须与目标体相交，否则系统会发布警告信息：“工具体完全在目标体外”。
- 如果刀具横断目标体，将目标体一分为二，则系统会发布警告信息：“操作使产生的实体非参数化”。
- 在进行操作时，如果没有使用复制目标，且没有创建一个或多个特征，则系统会发布警告信息：“仅为选定的（数量）刀具创建了（数量）特征”。
- 在进行操作时，如果使用复制目标，且没有创建一个或多个特征，则系统会发布警告信息：“不能创建任何特征”。
- 在进行操作时，如果不能创建任何特征，则系统会发布警告信息：“不能创建任何特征”。
- 如果在执行一个片体与另一个片体求差操作时，则系统会发布警告信息：“非歧义实体”。

- 如果在执行一个片体与另一个片体求交操作时，则系统会发布警告信息："无法执行布尔运算"。

注意：如果创建的是第一个特征，此时不会存在布尔运算，"布尔操作"的列表框为灰色。从创建第二个特征开始，以后加入的特征都可以选择"布尔操作"，而且对于一个独立的部件，每一个添加的特征都需要选择"布尔操作"，系统默认选中"创建"类型。

4.5 拉伸特征

4.5.1 拉伸特征简述

拉伸特征是指将截面沿着某一特定方向拉伸而成的特征，它是最常用的零件建模方法。下面以一个简单实体三维模型（图 4.5.1）为例，说明拉伸特征的基本概念及其创建方法，同时介绍用 UG 软件创建零件三维模型的一般过程。

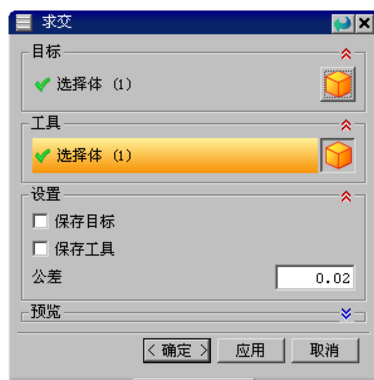


图 4.4.6 "求交"对话框

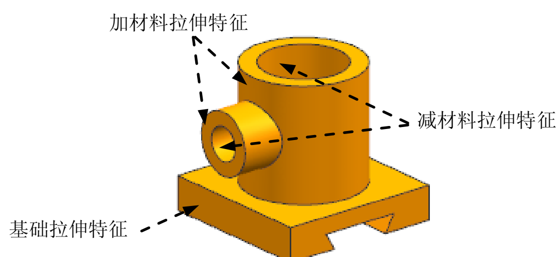


图 4.5.1 实体三维模型

4.5.2 创建基础拉伸特征

下面以创建图 4.5.2 所示的拉伸特征为例，说明创建拉伸特征的一般步骤。创建前请先新建一个模型文件命名为 BASE_PART。

1. 选取拉伸特征命令

选取特征命令一般有如下两种方法。

方法一：从下拉菜单中获取特征命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令。

方法二：从工具条中获取特征命令。直接单击"成形特征"工具条中的按钮。

2. 定义拉伸特征的截面草图

定义拉伸特征截面草图的方法有两种：选择已有草图作为截面草图；创建新草图作为截面草图。本例中，介绍定义拉伸特征截面草图的第二种方法，具体定义过程如下。

Step1. 选取新建拉伸命令。选择特征命令后，系统弹出图 4.5.3 所示的“拉伸”对话框，在该对话框中单击按钮，创建新草图。

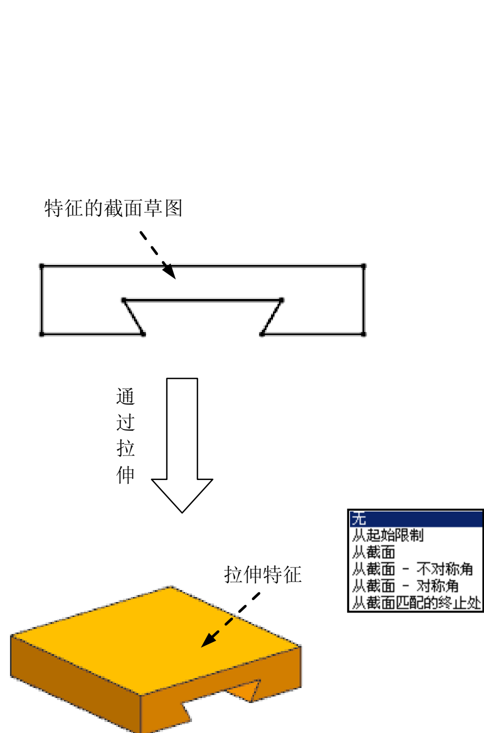


图 4.5.2　拉伸特征

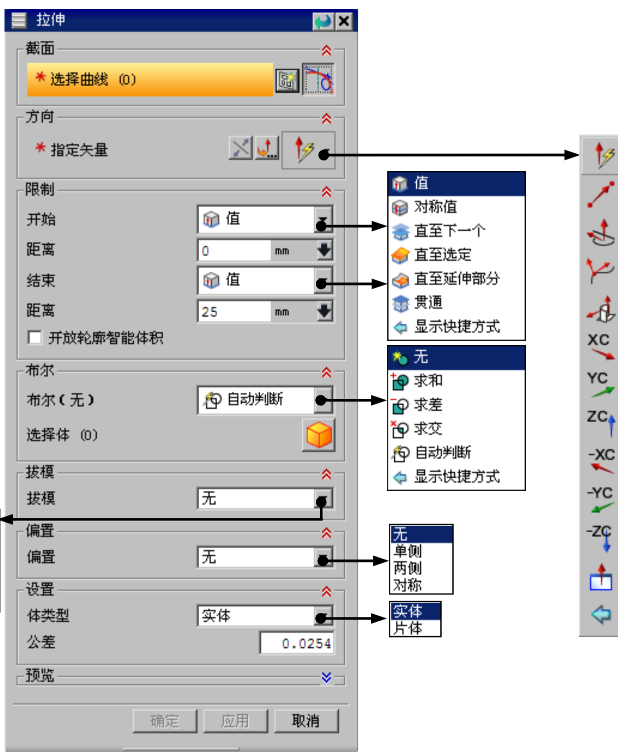


图 4.5.3　“拉伸”对话框

Step2. 定义草图平面。

对草图平面的概念和有关选项介绍如下。

- 草图平面是特征截面或轨迹的绘制平面。
- 选择的草图平面可以是 XY 基准平面、YZ 基准平面和 ZX 基准平面中的一个，也可以是模型的某个表面。

完成上步操作后，采用默认的平面（XY 基准平面）作为草图平面，单击 确定 按钮，进入草图环境。

图 4.5.3 所示的“拉伸”对话框中相关选项的功能说明如下。

- （曲线）：选择已有的草图或几何体边缘作为拉伸特征的截面。
- （绘制截面）：创建一个新草图作为拉伸特征的截面。完成草图并退出草图环境后，系统自动选择该草图作为拉伸特征的截面。
- 体类型 下拉列表：用于指定拉伸生成的是片体（即曲面）特征还是实体特征。

Step3. 绘制截面草图。

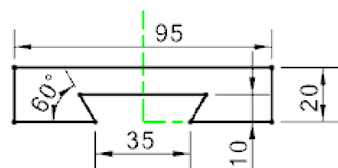


图 4.5.4 基础特征的截面草图

基础拉伸特征的截面草图图形是图 4.5.4 所示的几何形状。绘制特征截面草图图形的一般步骤如下。

（1）设置草图环境，调整草图区。

① 进入草图环境后，若图形被移动至不方便绘制的方位，应单击“草图”工具条中的“定向视图到草图”按钮，调整到正视于草图的方位（即使草图基准面与屏幕平行）。

② 除可以移动和缩放草图区外，如果用户想在三维空间绘制草图或希望看到模型截面图在三维空间的方位，可以旋转草图区，方法是按住中键并移动鼠标，此时可看到图形跟着鼠标旋转。

（2）创建截面草图。下面将介绍创建截面草图的一般流程，在以后的章节中，创建截面草图时，可参照这里的内容。

① 绘制截面几何图形的大体轮廓。

注意：绘制草图时，开始没有必要很精确地绘制截面的几何形状、位置和尺寸，只要大概的形状与图 4.5.5 相似就可以。

② 建立几何约束。建立图 4.5.6 所示的水平、竖直、相等、共线和对称约束。

③ 建立尺寸约束。单击“草图工具”工具条中的“自动判断的尺寸”按钮，标注图 4.5.7 所示的五个尺寸，建立尺寸约束。

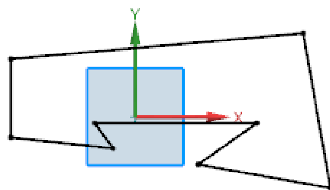


图 4.5.5 草图截面的初步图形

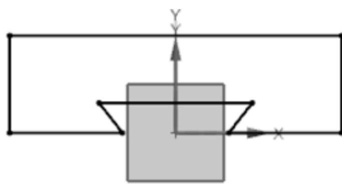


图 4.5.6 建立几何约束

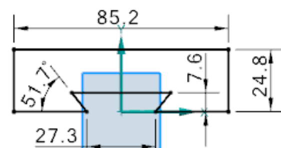


图 4.5.7 建立尺寸约束

④ 修改尺寸。将尺寸修改为设计要求的尺寸，如图 4.5.8 所示。其操作提示与注意事项如下。

- 尺寸的修改应安排在建立完约束以后进行。
- 注意修改尺寸的顺序，先修改对截面外观影响不大的尺寸。

Step4. 完成草图绘制后，选择下拉菜单 任务(K) → 完成草图(K) 命令（或单击工具条中的 完成草图 按钮）退出草图环境。

3. 定义拉伸类型

退出草图环境后，图形区出现拉伸的预览，在对话框中不进行选项操作，创建系统默

认的实体类型。

说明：

利用“拉伸”对话框可以创建实体和薄壁两种类型的特征，分别介绍如下。

- 实体类型：创建实体类型时，实体特征的草图截面完全由材料填充，如图 4.5.9 所示。
- 薄壁类型：在“拉伸”对话框的偏置下拉列表中，通过设置起始值与结束值可以创建拉伸薄壁类型特征（图 4.5.10），起始值与结束值之差的绝对值为薄壁的厚度。

4．定义拉伸深度属性

Step1．定义拉伸方向。拉伸方向采用系统默认的矢量方向（图 4.5.11）。

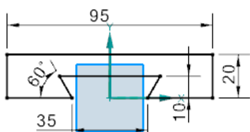
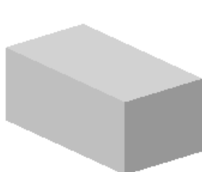
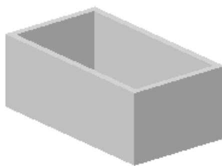


图 4.5.8　修改尺寸


图 4.5.9　实体类型


图 4.5.10　薄壁类型

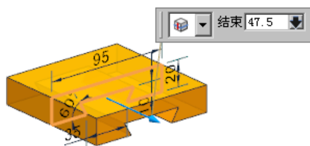


图 4.5.11　定义拉伸方向

说明：“拉伸”对话框中的选项用于指定拉伸的方向，单击对话框中的按钮，从系统弹出的下拉列表中选取相应的方式，即可指定拉伸的矢量方向，单击按钮，系统就会自动使当前的拉伸方向反向。

Step2．定义拉伸深度类型。在“拉伸”对话框限制区域的开始下拉列表中选择对称值选项。

Step3．定义拉伸深度值。在距离文本框中输入数值 47.5。

说明：

- 限制区域：包括六种拉伸控制方式。
  - ☑ 值：在开始/结束文本框中输入具体的数值（可以为负值）来确定拉伸的高度，起始值与结束值之差的绝对值为拉伸的高度。
  - ☑ 对称值：特征将在截面所在平面的两侧进行拉伸，且两侧的拉伸深度值相等。
  - ☑ 直至下一个：特征拉伸至下一个障碍物的表面处终止。
  - ☑ 直至选定：特征拉伸到选定的实体、平面、辅助面或曲面为止。
  - ☑ 直至延伸部分：把特征拉伸到选定的曲面，但是选定面的大小不能与拉伸体完全相交，系统就会自动按照面的边界延伸面的大小，然后再切除生成拉伸体。
  - ☑ 贯通：沿指定方向，使其完全贯通所有。
- 图 4.5.12 显示了应用不同拉伸控制方式，拉伸特征的有效深度。

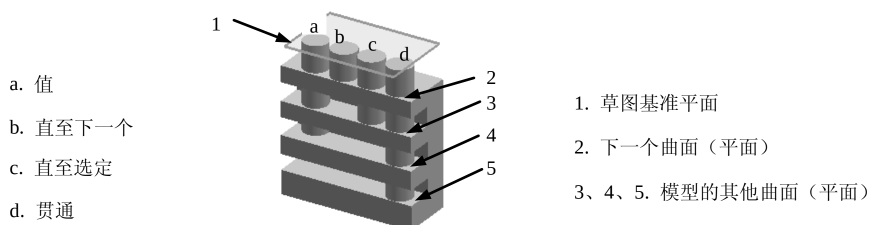


图 4.5.12　拉伸深度选项示意图

- 布尔区域：如果图形区在拉伸之前已经创建了其他实体，则可以在进行拉伸的同时，与这些实体进行布尔操作，包括创建求和、求差和求交。
- 拔模区域：对拉伸体沿拉伸方向进行拔模。角度大于 0 时，沿拉伸方向向内拔模；角度小于 0 时，沿拉伸方向向外拔模。
  - ☑ 从起始限制：该方式将直接从设置的起始位置开始拔模。
  - ☑ 从截面：该方式用于设置拉伸特征拔模的起始位置为拉伸截面处。
  - ☑ 从截面 - 不对称角：用于在拉伸截面两侧进行不对称的拔模。
  - ☑ 从截面 - 对称角：用于在拉伸截面两侧进行对称的拔模。
  - ☑ 从截面匹配的终止处：用于在拉伸截面两侧进行拔模，输入的角度为“结束”侧的拔模角度，且起始面与结束面的大小相同。
- 偏置区域：通过设置起始值与结束值，可以创建拉伸薄壁类型特征，起始值与结束值之差的绝对值为薄壁的厚度。

5．完成拉伸特征的定义

Step1. 特征的所有要素被定义完毕后，预览所创建的特征，以检查各要素的定义是否正确。

说明：预览时，可按住中键进行旋转查看，如果所创建的特征不符合设计意图，可选择对话框中的相关选项重新定义。

Step2. 预览完成后，单击“拉伸”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。

4.5.3　添加其他特征

1．添加加材料拉伸特征 1

在创建零件的基本特征后，可以增加其他特征。现在要添加图 4.5.13 所示的加材料拉伸特征 1，操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.05\BASE_PART.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，系统弹出“拉伸”

对话框。

Step3. 创建截面草图。

（1）选取草图基准面。在“拉伸”对话框中单击按钮，然后选取图 4.5.14 所示的模型表面作为草图基准面，单击确定按钮，进入草图环境。

（2）绘制特征的截面草图。

① 绘制草图轮廓。绘制图 4.5.15 所示的圆。

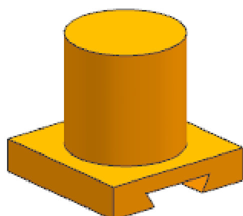


图 4.5.13　添加加材料的拉伸特征 1

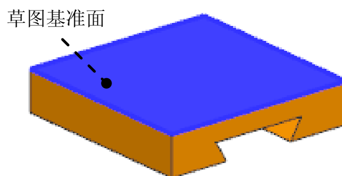


图 4.5.14　选取草图基准平面

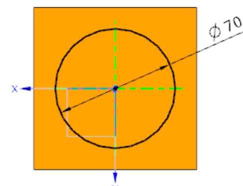


图 4.5.15　截面草图

② 建立约束。建立图 4.5.15 所示的圆心在水平与竖直轴线上的约束，并标注图 4.5.15 所示的尺寸。

③ 完成草图绘制后，单击“草图”工具条中的完成草图按钮，退出草图环境。

Step4. 定义拉伸属性。

（1）定义拉伸深度方向。采用系统默认的拉伸方向。

（2）定义拉伸深度类型。在“拉伸”对话框的开始下拉列表中选择值选项。

（3）定义拉伸深度值。在开始的距离文本框中输入数值 0，在结束的距离文本框中输入数值 68。在布尔区域中选择求和选项，采用系统默认的求和对象。

Step5. 单击“拉伸”对话框中的＜确定＞按钮，完成特征的创建。

注意：此处进行布尔操作是将基础拉伸特征与加材料拉伸特征合并为一体，如果不进行此操作，基础拉伸特征与加材料拉伸特征将是两个独立的实体。

2．添加加材料拉伸特征 2

现在添加图 4.5.16 所示的加材料拉伸特征 2，操作步骤如下。

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令，系统弹出“拉伸”对话框。

Step2. 创建截面草图。

（1）选取草图基准面。在“拉伸”对话框中单击按钮，然后选取 YZ 平面作为草图基准面，单击确定按钮，进入草图环境。

（2）绘制特征的截面草图。

① 绘制草图轮廓。绘制图 4.5.17 所示的圆。

② 建立约束。建立图 4.5.17 所示的圆心在竖直轴线上的约束，并标注图 4.5.17 所示的尺寸。

③ 完成草图绘制后，单击“草图”工具栏中的 完成草图 按钮，退出草图环境。

Step3. 定义拉伸属性。

（1）定义拉伸深度方向。采用系统默认的拉伸方向。

（2）定义拉伸深度类型。在“拉伸”对话框的 开始 下拉列表中选择 值 选项。

（3）定义拉伸深度值。在 开始 的 距离 文本框中输入数值 0，在 结束 的 距离 文本框中输入数值 55，其他采用系统默认设置值。在 布尔 区域中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。

Step4. 单击“拉伸”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。

3. 添加减材料拉伸特征 1

减材料拉伸特征的创建方法与加材料拉伸基本一致，只不过加材料拉伸是增加实体，而减材料拉伸则是减去实体。现在要添加图 4.5.18 所示的减材料拉伸特征 1，具体操作步骤如下。

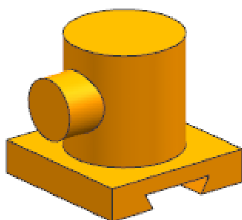


图 4.5.16 添加加材料拉伸特征 2

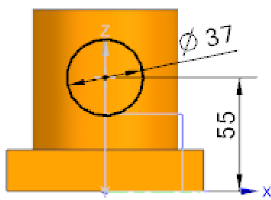


图 4.5.17 截面草图

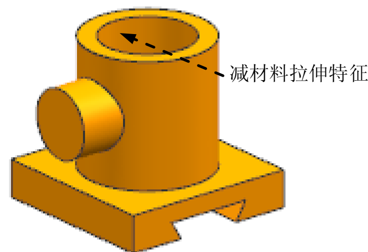


图 4.5.18 添加减材料拉伸特征 1

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，系统弹出“拉伸”对话框。

Step2. 创建截面草图。

（1）选取草图基准面。在“拉伸”对话框中单击 按钮，然后选取图 4.5.19 所示的模型表面作为草图基准面，单击 确定 按钮，进入草图环境。

（2）绘制特征的截面草图。

① 绘制草图轮廓。绘制图 4.5.20 所示的圆。

② 建立尺寸约束。标注图 4.5.20 所示的尺寸。

③ 完成草图绘制后，选择下拉菜单 任务(K) → 完成草图(K) 命令（或单击工具条中的 完成草图 按钮）退出草图环境。

Step3. 定义拉伸属性。

（1）定义拉伸深度方向。采用系统默认的拉伸方向。

（2）定义拉伸深度类型和深度值。在“拉伸”对话框的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入数值0，在结束下拉列表中选择贯通选项。在布尔下拉列表中选择求差选项，进行求差操作。

注意：此处进行布尔操作是将已有实体与减材料拉伸特征合并为一体，如果不进行此操作，已有实体与减材料拉伸特征将是两个独立的实体，系统也不会进行减材料操作。

Step4. 单击“拉伸”对话框中的< 确定 >按钮，完成特征的创建。

4. 添加减材料拉伸特征 2

现在添加图 4.5.21 所示的减材料拉伸特征 2，具体操作步骤如下。

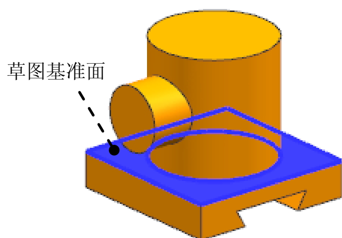


图 4.5.19　选取草图基准面

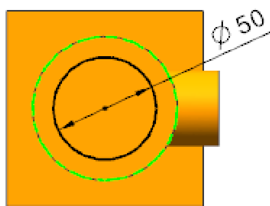


图 4.5.20　截面草图

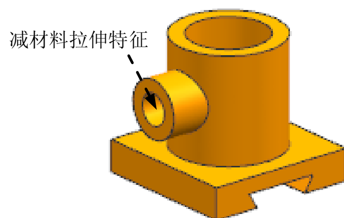


图 4.5.21　添加减材料拉伸特征 2

Step1. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令，系统弹出“拉伸”对话框。

Step2. 创建截面草图。

（1）选取草图基准面。在“拉伸”对话框中单击按钮，然后选取 YZ 平面作为草图基准面，单击确定按钮，进入草图环境。

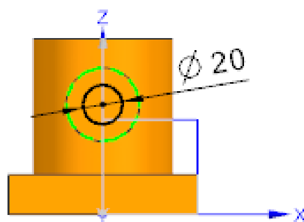


图 4.5.22　截面草图

（2）绘制特征的截面草图。

① 绘制草图轮廓。绘制图 4.5.22 所示的圆。

② 建立尺寸约束。标注图 4.5.22 所示的尺寸。

③ 完成草图绘制后，选择下拉菜单任务(K) → 完成草图(K)命令（或单击工具条中的完成草图按钮）退出草图环境。

Step3. 定义拉伸属性。

（1）定义拉伸深度方向。采用系统默认的拉伸方向。

（2）定义拉伸深度类型和深度值。在“拉伸”对话框的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入数值0，在结束下拉列表中选择贯通选项。在布尔下拉列表中选择求差选项，进行求差操作。

Step4. 单击“拉伸”对话框中的< 确定 >按钮，完成特征的创建。

Step5. 选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存模型文件。

4.6 旋 转 特 征

4.6.1 旋转特征简述

旋转特征是指将截面绕着一条中心轴线旋转一定的角度形成的特征（图 4.6.1）。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 旋转(R)... 命令，系统弹出图 4.6.2 所示的“旋转”对话框。

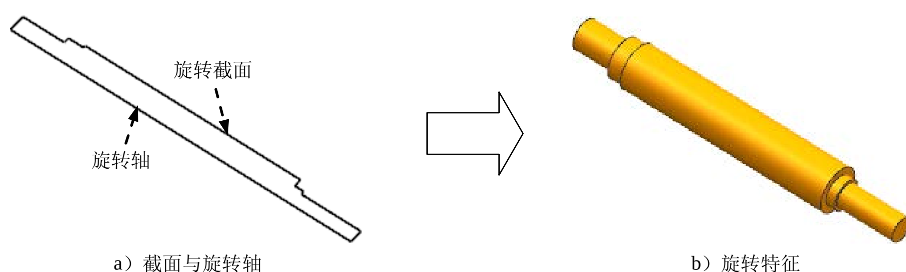


图 4.6.1 旋转特征

图 4.6.2 所示的“旋转”对话框中各选项的功能说明如下。

- （选择截面）：选择已有的草图或几何体边缘作为旋转特征的截面。
- （绘制截面）：创建一个新草图作为旋转特征的截面。完成草图并退出草图环境后，系统自动选择该草图作为旋转特征的截面。
- 限制区域：包含 开始 和 结束 两个下拉列表及两个位于其下的 角度 文本框。
  - ☑ 开始 下拉列表：用于设置旋转的类项，角度 文本框用于设置旋转的起始角度，其值的大小是相对于截面所在的平面而言的，其方向以与旋转轴成右手定则的方向为准。在 开始 下拉列表中选择 值 选项，则需设置起始角度和终止角度；在 开始 下拉列表中选择 直至选定 选项，则需选择要开始或停止旋转的面或相对基准平面。
  - ☑ 结束 下拉列表：用于设置旋转的类项，角度 文本框用于设置旋转对象旋转的终止角度，其值的大小也是相对于截面所在的平面而言的，其方向也是以与旋转轴成右手定则为准。
- 偏置 区域：利用该区域可以创建旋转薄壁类型特征。
- ☑ 预览 复选框：使用预览可确定创建旋转特征之前参数的正确性。系统默认选中该复选框。
- 按钮：可以选取已有的直线或者轴作为旋转轴矢量，也可以使用“矢量构造器”方式构造一个矢量作为旋转轴矢量。

- 按钮：如果用于指定旋转轴的矢量方法需要单独再选定一点，例如用于平面法向时，此选项将变为可用。
- 布尔 区域：创建旋转特征时，如果已经存在其他实体，则可以与其进行布尔操作，包括创建、求和、求差和求交。

注意：在图 4.6.2 所示的“旋转”对话框中单击 按钮，系统将弹出“矢量”对话框，其应用将在下一节中详细介绍。

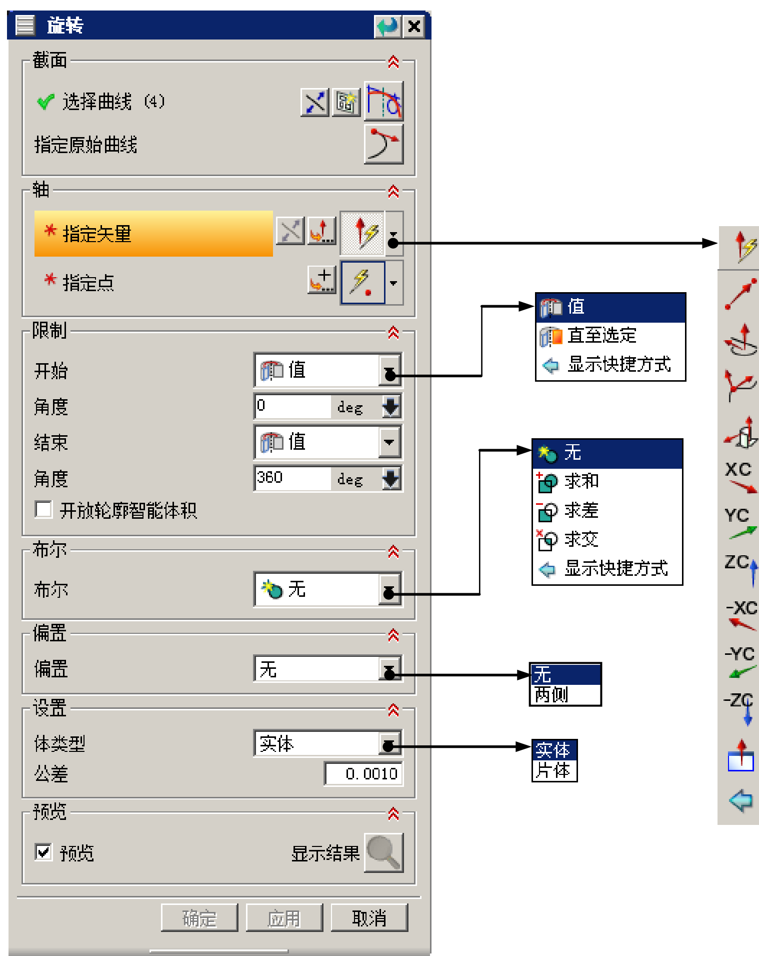


图 4.6.2　“旋转”对话框

4.6.2　矢量

在建模的过程中，“矢量”对话框的应用十分广泛，如对定义对象的高度方向、投影方向和旋转中心轴等进行设置。单击“矢量对话框”按钮，系统弹出图 4.6.3 所示的“矢量”对话框，下面将对“矢量”对话框的使用进行详细的介绍。

图 4.6.3 所示的“矢量”对话框的类型下拉列表中的部分选项功能说明如下。

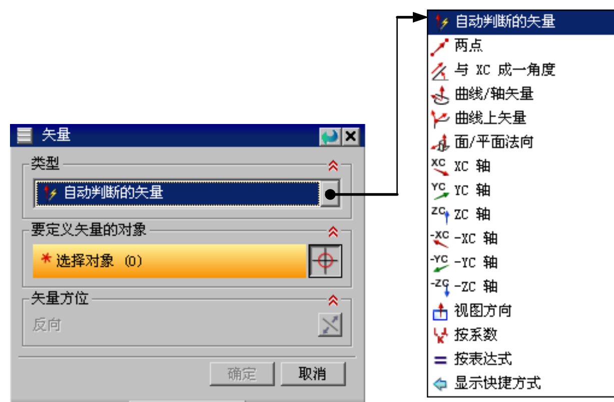


图 4.6.3 “矢量”对话框

- 自动判断的矢量：可以根据选取的对象自动判断所定义矢量的类型。
- 两点：利用空间两点创建一个矢量，矢量方向为由第一点指向第二点。
- 与 XC 成一角度：用于在 XC-YC 平面上创建与 XC 轴成一定角度的矢量。
- 面/平面法向：用于创建与实体表面（必须是平面）法线或圆柱面的轴线平行的矢量。
- 曲线/轴矢量：通过选取曲线上某点的切向矢量来创建一个矢量。
- 曲线上矢量：在曲线上的任一点指定一个与曲线相切的矢量。可按照圆弧长或百分比圆弧长指定位置。
- XC 轴：用于创建与 XC 轴平行的矢量。注意这里的“与 XC 轴平行的矢量”不是 XC 轴，例如，在定义旋转特征的旋转轴时，如果选择此项，只是表示旋转轴的方向与 XC 轴平行，并不表示旋转轴就是 XC 轴，所以这时要完全定义旋转轴还必须再选取一点定位旋转轴。下面五项与此项相同。
- YC 轴：用于创建与 YC 轴平行的矢量。
- ZC 轴：用于创建与 ZC 轴平行的矢量。
- -XC 轴：用于创建与-XC 轴平行的矢量。
- -YC 轴：用于创建与-YC 轴平行的矢量。
- -ZC 轴：用于创建与-ZC 轴平行的矢量。
- 视图方向：指定与当前工作视图平行的矢量。
- 按系数：按系数指定一个矢量。
- 按表达式：使用矢量类型的表达式来指定矢量。

4.6.3 创建旋转特征的一般过程

下面以图 4.6.4 所示的旋转特征为例，说明创建旋转特征的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.06\REVOLVE.prt。

Step2. 选择 插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 旋转(R)... 命令，系统弹出“旋转”对话框。

Step3. 定义旋转截面。单击按钮，选取图 4.6.5 所示的曲线为旋转截面。

Step4. 定义旋转轴。在 * 指定矢量 右侧的下拉列表中选择（曲线/轴矢量）选项，选取图 4.6.5 所示的直线为旋转轴。



图 4.6.4　模型及模型树

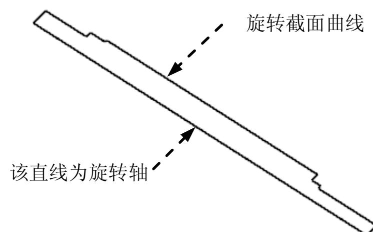


图 4.6.5　定义旋转截面和旋转轴

Step5. 确定旋转角度的开始值和结束值。在“旋转”对话框 开始 下的 角度 文本框中输入数值 0，在 结束 下的 角度 文本框中输入数值 360。

Step6. 单击 < 确定 > 按钮，完成旋转特征的创建。

4.7　倒　斜　角

细节特征不能单独生成，而只能在其他特征上生成，孔特征、倒角特征和圆角特征等都是典型的细节特征。使用“倒斜角”命令可以在两个面之间创建用户需要的倒角。下面以图 4.7.1 所示的实例说明创建倒斜角的一般过程。

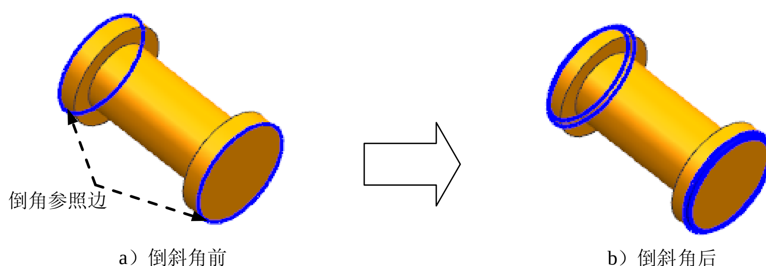


图 4.7.1　创建倒斜角

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.07\CHAMFER.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 细节特征(L) ➡ 倒斜角(C)... 命令，系统弹出图 4.7.2 所示的“倒斜角”对话框。

图 4.7.2 所示的“倒斜角”对话框中部分选项的说明如下。

- 横截面：该下拉列表用于定义横截面的形状。

☑ 对称：用于创建沿两个表面的偏置值相同的斜角。

☑ 非对称：用于创建指定不同偏置值的斜角，对于不对称偏置可利用按钮反转倒角偏置顺序从边缘一侧到另一侧。

☑ 偏置和角度：用于创建由偏置值和角度决定的斜角。

- 偏置方式：该下拉列表用于定义偏置面的方式。

☑ 偏置面并修剪：倒角的面很复杂，此选项可延伸用于修剪原始曲面的每个偏置曲面。

- ☐ 对所有阵列实例进行倒斜角复选框：用于当正被倒角的特征是一引用阵列集的一部分时。

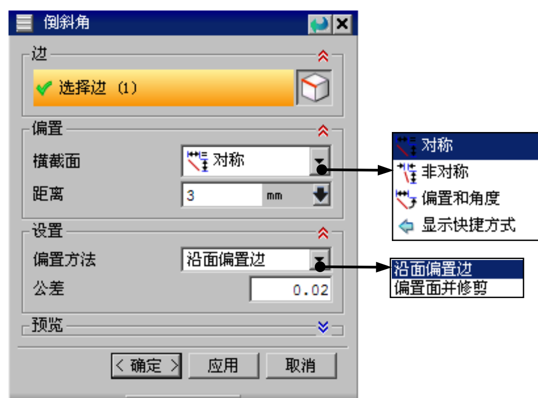


图 4.7.2 “倒斜角”对话框

Step3. 选择倒斜角方式。选中对称选项，如图 4.7.2 所示。

Step4. 选取图 4.7.1a 所示的边线为倒角的参照边。

Step5. 定义倒角参数。在弹出的动态输入框中输入偏置值为 3（可拖动屏幕上的拖拽手柄至用户需要的偏置值）。

Step6. 单击“倒斜角”对话框中的< 确定 >按钮，完成偏置倒角的创建。

4.8 边 倒 圆

如图 4.8.1 所示，使用“边倒圆”（倒圆角）命令可以使多个面共享的边缘变光滑，既可以创建圆角的边倒圆（对凸边缘则去除材料），也可以创建倒圆角的边倒圆（对凹边缘则添加材料）。

1. 创建等半径边倒圆

下面以图 4.8.1 所示的模型为例，说明创建等半径边倒圆的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.08\ROUND_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)... 命令，系统弹出图 4.8.2 所示的“边倒圆”对话框（一）。

Step3. 定义圆角形状。在“边倒圆”对话框的 形状 下拉列表中选择 圆形 选项。

Step4. 选取要倒圆的边。单击 要倒圆的边 区域中的按钮，选取要倒圆的边，输入倒圆参数，输入圆角半径值 5。

Step5. 单击 < 确定 > 按钮，完成等半径边倒圆特征的创建。

图 4.8.2 所示的“边倒圆”对话框（一）中部分选项及按钮的说明如下。

● （边）：该按钮用于创建一个恒定半径的圆角，恒定半径的圆角是最简单的、也是最容易生成的圆角。

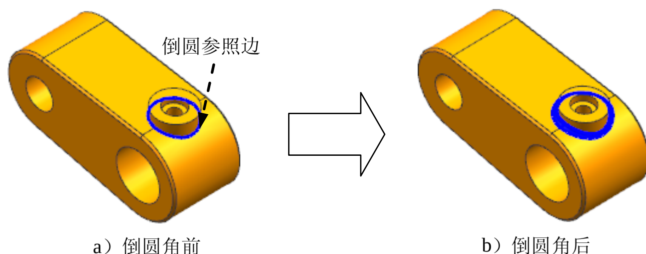


图 4.8.1　模型



图 4.8.2　“边倒圆”对话框（一）

● 形状 下拉列表：用于定义倒圆角的形状，包括以下两个形状：

☑ 圆形：选择此选项，倒圆角的截面形状为圆形。

☑ 二次曲线：选择此选项，倒圆角的截面形状为二次曲线。

● 可变半径点：通过定义边缘上的点，然后输入各点的圆角半径值，沿边缘的长度改变倒圆半径。在改变圆角半径时，必须至少已指定了一个半径恒定的边缘，才能使用该选项对它添加可变半径点。

● 拐角倒角：添加回切点到一倒圆拐角，通过调整每一个回切点到顶点的距离，对拐角应用其他的变形。

● 拐角突然停止：通过添加突然停止点，可以在非边缘端点处停止倒圆，进行局部边缘段倒圆。

2. 创建变半径边倒圆

下面以图 4.8.3 所示的模型为例，说明创建变半径边倒圆的一般操作过程。

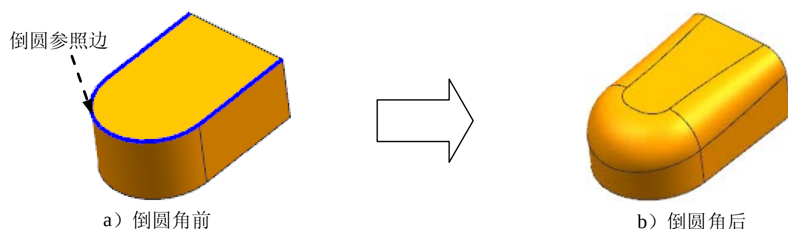


图 4.8.3　变半径边倒圆

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.08\ROUND_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)... 命令，系统弹出“边倒圆”对话框。

Step3. 定义倒圆对象。单击图 4.8.3a 所示的倒圆参照边。

Step4. 选择边倒圆类型。在对话框的 可变半径点 栏中单击“点对话框”按钮，如图 4.8.4 所示。

Step5. 定义变半径点。单击图 4.8.5 所示的边线，在动态文本框的 弧长百分比 文本框中输入数值 0，如图 4.8.5 所示。

Step6. 输入参数。在弹出的动态输入框中输入半径值 10。

Step7. 定义另外 4 个变半径点。其圆角半径值分别为 14、17、14、10，弧长百分比值分别为 100、50、100、100，详细步骤可参照 Step4～Step6。

Step8. 单击“边倒圆”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成可变半径边倒圆特征的创建。



图 4.8.4　“边倒圆”对话框（二）

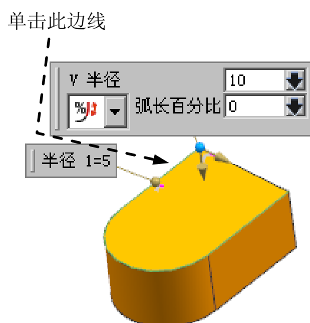


图 4.8.5　创建第一个“变半径点”

4.9　UG NX 10.0 的部件导航器

4.9.1　部件导航器概述

部件导航器提供了在工作部件中特征父—子关系的可视化表示，允许在那些特征上执

行各种编辑操作。

单击资源板中的按钮，可以打开部件导航器。部件导航器是 UG NX 10.0 资源板中的一个部分，它可以用来组织、选择和控制数据的可见性，以及通过简单浏览来理解数据，也可以在其中更改现存的模型参数以得到所需的形状和定位表达，另外，“制图”和“建模”数据也包括在“部件导航器”中。

“部件导航器”被分隔成四个面板：“主面板”面板、“相依性”面板、“细节”面板以及“预览”面板。构造模型或图纸时，数据被填充到这些面板窗口中，使用这些面板导航部件，并执行各种操作。

4.9.2　部件导航器界面简介

部件导航器“主面板”面板提供了最全面的部件视图。可以使用它的树状结构（简称“模型树”）查看和访问实体、实体特征和所依附的几何体、视图、图样、表达式、快速检查以及模型中的引用集。打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.09\BASE_PART.prt，模型如图 4.9.1 所示，在与之相应的模型树（图 4.9.2）中，圆括号内的时间戳记跟在各特征名称的后面。“部件导航器主面板”有两种模式：“时间戳记顺序”和“非时间戳记顺序”模式。

（1）在部件导航器中右击，在弹出的快捷菜单中选择 时间戳记顺序 命令，可以在两种模式间进行切换，如图 4.9.3 所示。

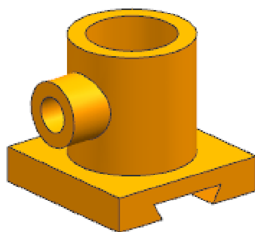


图 4.9.1　参照模型

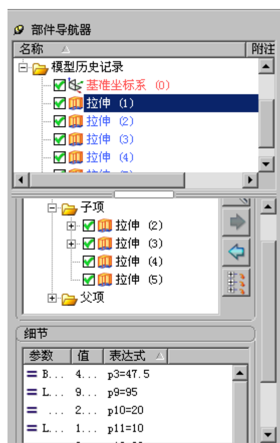


图 4.9.2　“部件导航器”界面

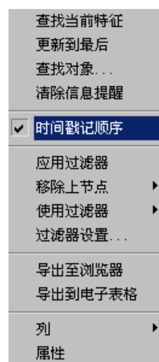


图 4.9.3　弹出的菜单

（2）在“非时间戳记顺序”模式下，工作部件中的所有特征在模型节点下显示，包括它们的特征和操作，先显示最近创建的特征（按相反的时间戳记顺序）；在“时间戳记顺序”模式下，工作部件中的所有特征都按它们创建的时间戳记显示为一个节点的线性列表，“时间戳记顺序”模式不包括“非时间戳记顺序”模式中可用的所有节点。

部件导航器“相依性”面板可用来查看部件中特征几何体的父子关系，可以帮助用户

了解要执行的修改对部件的潜在影响。单击相依性选项，可以打开和关闭该面板，选择其中一个特征，其界面如图 4.9.4 所示。

部件导航器“细节”面板显示属于当前所选特征的特征和定位参数。如果特征被表达式抑制，则特征抑制也将显示。单击细节选项，可以打开和关闭该面板，选择其中一个特征，其界面如图 4.9.5 所示。



图 4.9.4　部件导航器“相依性”面板

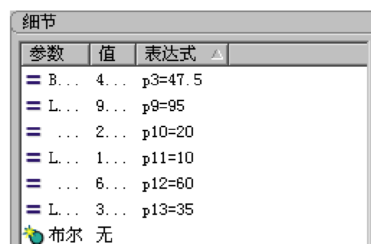


图 4.9.5　部件导航器“细节”面板

“细节”面板有三列：参数、值和表达式。在此仅显示单个特征的参数，可以直接在“细节”面板中编辑相应值：双击要编辑的值进入编辑模式，可以更改表达式的值，按 Enter 键结束编辑。可以通过右击，在弹出的快捷菜单中选择导出至浏览器或导出至电子表格命令，将“细节”面板的内容导出至浏览器或电子表格，并且可以按任意列排序。

部件导航器“预览”面板显示可用的预览对象的图像。单击“预览”选项，可以打开和关闭该面板。“预览”面板的性质与上述部件导航器“细节”面板类似，不再赘述。

4.9.3　部件导航器的作用与操作

1．部件导航器的作用

部件导航器可以用来抑制或释放特征和改变它们的参数或定位尺寸等，部件导航器在所有 UG NX 10.0 应用环境中都是有效的，而不只是在建模环境中。可以在建模环境执行特征编辑操作。在部件导航器中，编辑特征可以引起一个在模型上执行的更新。

在部件导航器中使用时间戳记顺序，可以按时间序列排列建模所用到的每个步骤，并且可以对其进行参数编辑、定位编辑、显示设置等各种操作。

部件导航器中提供了正等测、前、后和右等八个模型视图，用于选择当前视图的方向，以方便从各个视角观察模型。

2．部件导航器的显示操作

部件导航器对识别模型特征是非常有用的。在部件导航器窗口中选择一个特征，该特征将在图形区高亮显示，并在部件导航器窗口中高亮显示其父特征和子特征。反之，在图

形区中选择一特征，该特征和它的父、子层级也会在部件导航器窗口中高亮显示。

为了显示部件导航器，可以在图形区右侧的资源条上单击按钮，弹出部件导航器界面。当光标离开部件导航器窗口时，部件导航器窗口立即关闭，以方便图形区的操作，如果需要固定部件导航器窗口的显示，单击按钮，使之变为状态，则窗口始终固定显示，直到再次单击按钮。

如果需要以某个方向观察模型，可以在部件导航器中双击模型视图下的选项，可以得到图 4.9.6 中八个方向的视角，当前应用视图后有“（工作）”字样。

3．在部件导航器中编辑特征

在“部件导航器”中，有多种方法可以选择和编辑特征，在此列举两种。

方法一：

Step1．双击树列表中的特征，打开其编辑对话框。

Step2．在创建时的对话框控制中编辑其特征。

方法二：

Step1．在树列表中选择一个特征。

Step2．右击，在弹出的快捷菜单中选择编辑参数(P)...命令，打开其编辑对话框。

Step3．在创建时的对话框控制中编辑其特征。

4．显示表达式

在部件导航器中会显示“用户表达式”文件夹内定义的表达式，且其名称前会显示表达式的类型（即距离、长度或角度等）。

5．抑制与取消抑制

通过抑制（Suppressed）功能可使已显示的特征临时从图形区中移去。取消抑制后，该特征显示在图形区中，例如，图 4.9.7a 中的拉伸特征处于抑制的状态，此时其模型树如图 4.9.8a 所示；图 4.9.7b 中的拉伸特征处于取消抑制的状态，此时其模型树如图 4.9.8b 所示。

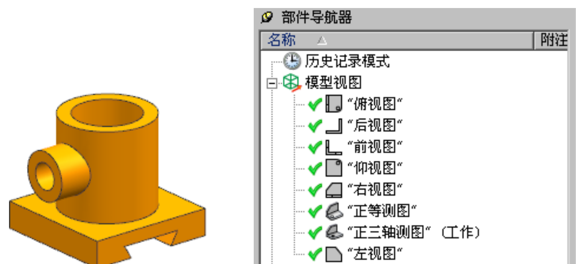
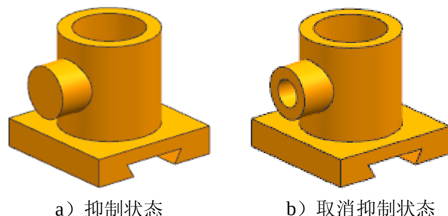


图 4.9.6　“模型视图”中的选项



a）抑制状态　　b）取消抑制状态

图 4.9.7　特征的抑制（模型）

说明：

- 选取 抑制(S) 命令可以使用另外一种方法，即在模型树中选择某个特征后，右击，在弹出的快捷菜单中选择 抑制(S) 命令。
- 抑制某个特征时，其子特征也将被抑制；在取消抑制某个特征时，其父特征也将被取消抑制。

6．信息获取

特征信息的获取方法：在部件导航器中选择特征并右击，然后选择 信息(I) 命令，系统弹出“信息”窗口。“信息”窗口显示所选特征的详细信息，包括特征名、特征表达式、特征参数和特征的父子关系等。

说明：

- 在“信息”窗口中可以选择下拉菜单 文件(F) → 另存为...(A) 命令或 Print...(P) 命令。另存为...(A) 命令用于以文本格式保存在“信息”窗口中列出的所有信息，Print...(P) 命令用于将信息列表打印。
- 编辑(E) 下拉菜单中的 查找...(F) 命令用于搜索特定表达式。

7．细节

在模型树中选择某个特征后，在“细节”面板中会显示该特征的参数、值和表达式，对某个表达式右击，在弹出的快捷菜单中选择 编辑 命令，可以对表达式进行编辑，以便对模型进行修改。例如，在图 4.9.9 所示的“细节”面板中显示的是一个拉伸特征的细节，右击表达式 p27＝55，选择 编辑 命令，在文本框中输入新值 50 并按 Enter 键，则该拉伸特征会立即变化。



图 4.9.8　特征的抑制（模型树）

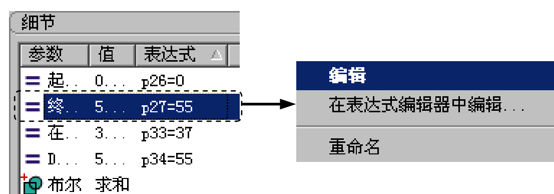


图 4.9.9　表达式的编辑操作

4.10　对象操作

通常在对模型特征进行操作时，需要对目标对象进行显示、隐藏、分类和删除等操作，

使用户能更快捷、更容易地达到目的。

4.10.1　控制对象模型的显示

模型的显示控制主要通过图 4.10.1 所示的“视图”工具条来实现，也可通过视图(V)下拉菜单中的命令来实现。

图 4.10.1 所示的“视图”工具条中部分按钮的说明如下。

A：适合窗口。调整工作视图的中心和比例以显示所有对象。

B1：正三轴测图。　B2：俯视图。

B3：正等测图。　B4：左视图。

B5：前视图。　B6：右视图。

B7：后视图。　B8：仰视图。

C1：以带线框的着色图显示。　C2：以纯着色图显示。

C3：不可见边用虚线表示的线框图。　C4：隐藏不可见边的线框图。

C5：可见边和不可见边都用实线表示的线框图。

C6：艺术外观。在此显示模式下，选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 材料/纹理(M)...命令，可以给它们指定的材料和纹理特性来进行实际渲染。没有指定材料或纹理特性的对象，看起来与“着色”渲染样式下所进行的着色相同。

C7：在“面分析”渲染样式下，选定的曲面对象由小平面几何体表示并渲染小平面以指示曲面分析数据，剩余的曲面对象由边缘几何体表示。

C8：在“局部着色”渲染样式中，选定曲面对象由小平面几何体表示，这些几何体通过着色和渲染显示，剩余的曲面对象由边缘几何体显示。

D：全部通透显示。

E1：使用指定的颜色将已取消着重的着色几何体显示为透明壳。

E2：将已取消着重的着色几何体显示为透明壳，并保留原始的着色几何体颜色。

E3：使用指定的颜色将已取消着重的着色几何体显示为透明图层。

F1：浅色背景。　F2：渐变浅灰色背景。　F3：渐变深灰色背景。　F4：深色背景。

G：剪切工作截面。　H：编辑工作截面。

4.10.2　删除对象

利用编辑(E)下拉菜单中的删除(D)...命令可以删除一个或多个对象。下面以图 4.10.2 所示的模型为例，来说明删除对象的一般操作过程。

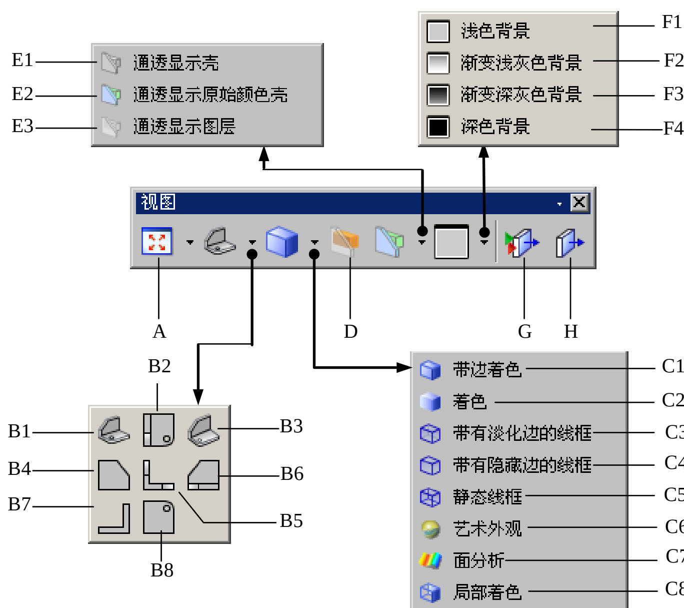
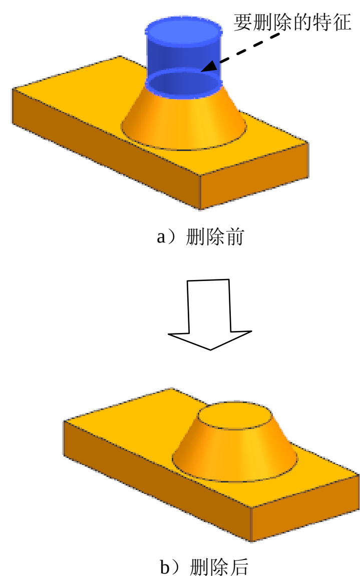


图 4.10.1　“视图”工具条



a）删除前

b）删除后

图 4.10.2　删除对象

Step1. 开文件 D:\ug10pd\work\ch04.10\DELETE.prt。

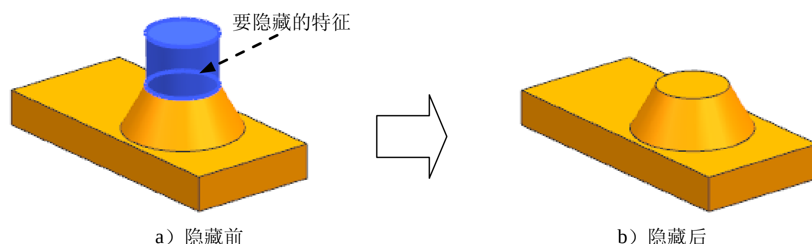
Step2. 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 删除(D)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

Step3. 定义删除对象。选取图 4.10.2 a 所示的实体。

Step4. 单击 确定 按钮，完成对象的删除。

4.10.3　隐藏与显示对象

对象的隐藏是指通过一些操作，使该对象在零件模型中不显示。下面以图 4.10.3 所示的模型为例来说明隐藏与显示对象的一般操作过程。



a）隐藏前　　b）隐藏后

图 4.10.3　隐藏对象

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.10\HIDE.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 显示和隐藏(H) → 隐藏(H)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

Step3. 定义隐藏对象。单击图 4.10.3 a 所示的实体。

Step4. 单击 确定 按钮，完成对象的隐藏。

说明： 显示被隐藏的对象。选择下拉菜单 编辑(E) → 显示和隐藏(H) → 显示(S)... 命令（或按快捷键<Ctrl+Shift+U>），选择要显示的对象，即可将隐藏的对象显示。

4.10.4 编辑对象的显示

编辑对象的显示是指修改对象的层、颜色、线型和宽度等。下面以图 4.10.4 所示的模型为例，来说明编辑对象显示的一般过程。

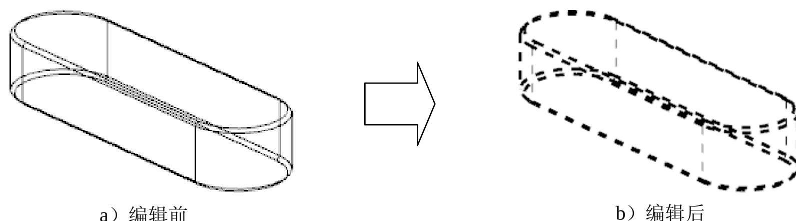


图 4.10.4 编辑对象的显示

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.10\DISPLAY.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 对象显示(J)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

Step3. 定义需编辑的对象。选取图 4.10.4a 所示的实体，单击 确定 按钮，系统弹出“编辑对象显示”对话框。

Step4. 修改对象显示属性。在“编辑对象显示”对话框中单击 颜色 右侧的色块，在弹出的“颜色”对话框中选择■选项，在 线型 下拉列表中选择 ------- 选项，在 宽度 下拉列表中选择 0.25 mm 选项，如图 4.10.5 所示。

Step5. 单击 确定 按钮，完成对象显示的编辑。

4.10.5 分类选择

UG NX 10.0 提供了一个分类选择的工具，即根据图 4.10.6 所示的“类选择”对话框，利用选择对象类型和设置过滤器的方法，以达到快速选取对象的目的。选取对象时，可以直接选取对象，也可以利用“类选择”对话框中的对象类型过滤功能，来限制选择对象的范围。选中的对象以高亮方式显示。

注意： 在选取对象的操作中，如果光标短暂停留后，后面出现“...”的提示，则表明在光标位置有多个可供选择的对象。

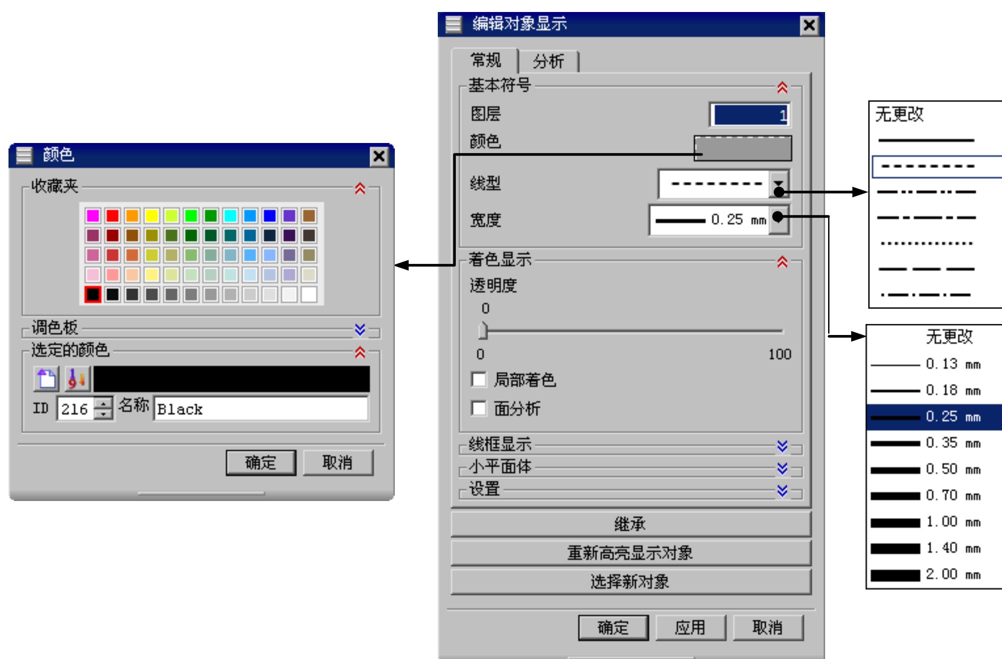


图 4.10.5 “编辑对象显示”对话框

图 4.10.6 所示的“类选择”对话框中各选项功能的说明如下。



图 4.10.6 “类选择”对话框

- 根据名称选择 文本框：用于输入预选对象的名称，系统会自动选取对象。
- 过滤器 区域：用于设置选取对象的类型。
  - ☑ 按钮：通过指定对象的类型来选取对象。单击该按钮，系统弹出“根据类型选择”对话框，可以在其列表中选择所需的对象类型。
  - ☑ 按钮：通过指定图层来选取对象。
  - ☑ 按钮：利用其他形式进行对象选取。单击该按钮，系统弹出“按属性选择”对话框，可以在列表中选择对象所具有的属性，也允许自定义某种对象的属性。
  - ☑ 按钮：取消之前设置的所有过滤方式，恢复到系统默认的设置。
  - ☑ 按钮：根据指定的颜色选取对象。
- 按钮：用于选取图形区中全部选中的所有对象。
- 按钮：用于选取图形区中选择类型之外的全部对象。
- 按钮：用于用户选择对象。

下面以图 4.10.7 所示选取曲线的操作为例，来介绍如何选择对象。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.10\SELECT.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 对象显示(J)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

Step3. 定义对象类型。单击“类选择”对话框中的按钮，系统弹出“根据类型选择”对话框，选择 曲线 选项，单击 确定 按钮，系统重新弹出“类选择”对话框。

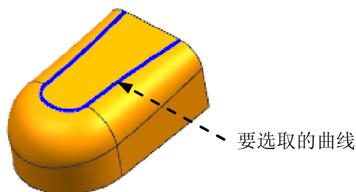


图 4.10.7　选取曲线对象

Step4. 根据系统 选择要编辑的对象 的提示，在图形区选取图 4.10.7 所示的曲线目标对象，单击 确定 按钮。

Step5. 系统弹出“编辑对象显示”对话框，单击 确定 按钮，完成对象的选取。

注意：这里主要介绍对象的选取，编辑对象显示的操作不再赘述。

4.10.6　对象的视图布局

视图布局是指在图形区同时显示多个视角的视图，一个视图布局最多允许排列九个视图。用户可以创建系统已有的视图布局，也可以自定义视图布局。

选择下拉菜单 视图(V) → 布局(L) 命令，弹出布局子菜单，可以对布局进行新建、打开、删除、保存和重新生成等操作。

下面通过图 4.10.8 所示的视图布局，来说明创建视图布局的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.10\LAYOUT.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 视图(V) → 布局(L) → 新建(N)... 命令，系统弹出“新建布局”对话框，如图 4.10.9 所示。

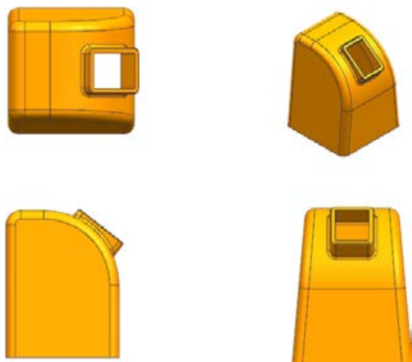


图 4.10.8　创建视图布局

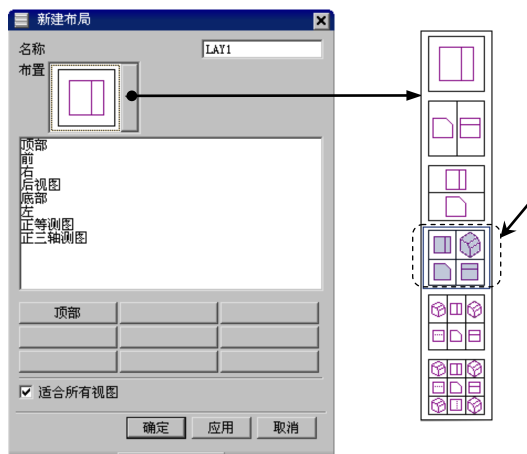


图 4.10.9　“新建布局”对话框

Step3. 设置视图属性。在 名称 文本框中输入新布局的名称 LAY1，在 布置 下拉列表中选

择图 4.10.9 所示的布局方式，单击确定按钮。

Step4. 保存视图布局。选择下拉菜单视图(V) ⟶ 布局(L) ⟶ 保存(S)命令，保存当前视图布局。

4.10.7 全屏显示

UG NX 10.0 可以将屏幕实际使用面积最大化，使用户能够最充分利用图形窗口。使用全屏显示模式，可以将用户界面和导航器最小化，使用户能够专注于当前的工作。用户可以通过选择视图(V) ⟶ 全屏(F)命令（或单击按钮），进入全屏显示模式，再次单击按钮恢复窗口显示。

4.11 UG NX 10.0 中图层的使用

4.11.1 图层的基本概念

图层用于在空间中选择不同的图层面来存放不同的目标对象。UG NX 10.0 中的图层功能类似于设计师在透明覆盖图层上建立模型的方法，一个图层就类似于一个透明的覆盖图层；不同的是，在一个图层上的对象可以是三维空间中的对象。

在一个 UG NX 10.0 部件中，最多可以含有 256 个图层（系统已经把默认基准存放到第 61 层），每个图层上可含任意数量的对象，因此在一个图层上可以含有部件中的所有对象，而部件中的对象也可以分布在任意一个或多个图层中。

在一个部件的所有图层中，只有一个图层是当前工作图层，所有操作只能在工作图层上进行，而其他图层则可以对它们的可见性、可选择性等进行设置和辅助工作。如果要在某图层中创建对象，则应在创建对象前使其成为当前工作图层。

4.11.2 设置图层

UG NX 10.0 提供了 256 个图层，这些图层都必须通过选择格式(R)下拉菜单中的图层设置(S)...命令来完成所有的设置。图层的应用对于建模工作有很大的帮助。选择图层设置(S)...命令后，系统弹出图 4.11.1 所示的“图层设置”对话框，利用该对话框，用户可以根据需要设置图层的名称、分类、属性和状态等，也可以查询图层的信息，还可以进行有关图层的一些编辑操作。

图 4.11.1 所示的“图层设置”对话框中部分选项的主要功能说明如下。

- 工作图层文本框：在该文本框中输入某图层号并按 Enter 键后，则系统自动将该图

层设置为当前的工作图层。

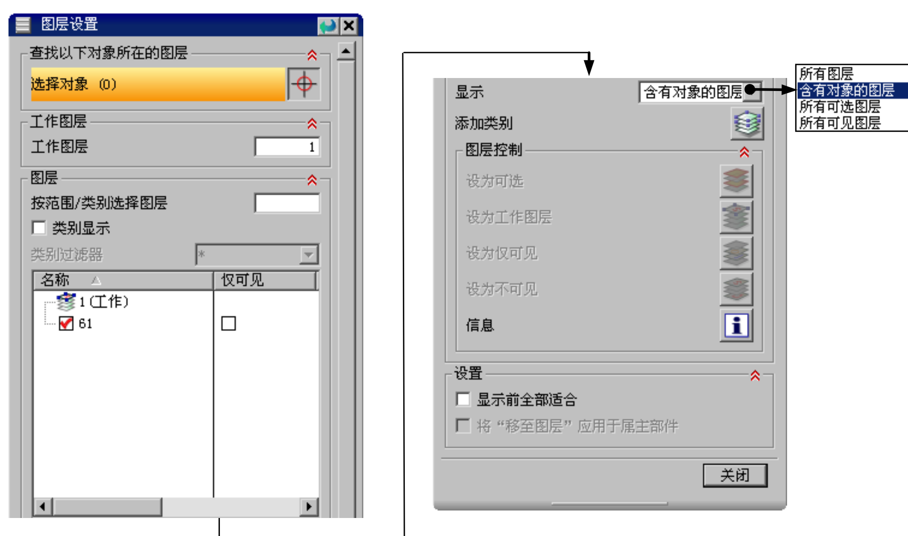


图 4.11.1　“图层设置”对话框

- 按范围/类别选择图层文本框：在该文本框中输入图层的种类名称后，系统会自动选取所有属于该种类的图层。
- ☑ 类别显示复选框：勾选此复选框，图层列表中将按对象的类别进行显示。
- 类别过滤器文本框：主要用于输入已存在的图层种类名称来进行筛选，该文本框中系统默认为“*”，此符号表示所有的图层种类。
- 显示下拉列表：用于控制图层列表中图层显示的情况。
  - ☑ 所有图层选项：图层状态列表中显示所有的图层（1～256 层）。
  - ☑ 含有对象的图层选项：图层状态列表中仅显示含有对象的图层。
  - ☑ 所有可选图层选项：图层状态列表中仅显示可选择的图层。
  - ☑ 所有可见图层选项：图层状态列表中仅显示可见的图层。

注意：当前的工作图层在以上情况下，都会在图层列表中显示。

- 按钮：单击此按钮可以添加新的类别层。
- 按钮：单击此按钮将被隐藏的图层设置为可选。
- 按钮：单击此按钮可将选中的图层设为工作层。
- 按钮：单击此按钮可以将选中的图层设为可见。
- 按钮：单击此按钮可以将选中的图层设为不可见。
- 按钮：单击此按钮，系统弹出“信息”窗口，该窗口能够显示此零件模型中所有图层的相关信息，如图层编号、状态和图层种类等。
- ☑ 显示前全部适合复选框：选中此复选框，模型将充满整个图形区。

在 UG NX 10.0 系统中，可对相关的图层分类进行管理，以提高操作的效率。例如可设置 MODELING、DRAFTING 和 ASSEMBLY 等图层组种类，图层组 MODELING 包括第 1～20 层，图层组 DRAFTING 包括第 21～40 层，图层组 ASSEMBLY 包括第 41～60 层。当然可以根据自己的习惯来进行图层组种类的设置。当需要对某一图层组中的对象进行操作时，可以很方便地通过图层组实现对其中各图层对象的选择。

图层组的种类设置可以通过选择下拉菜单 格式(R) ➡ 图层类别(C)... 命令来实现。选择该命令后，弹出“图层类别”对话框，在该对话框的 类别 文本框中输入新种类的名称，单击 创建/编辑 按钮。

“图层类别”对话框中主要选项的功能说明如下。

- 过滤器 文本框：用于输入已存在的图层种类名称来进行筛选，该文本框下方的列表用于显示已存在的图层组种类或筛选后的图层组种类，可在该列表中直接选取需要进行编辑的图层组种类。
- 类别 文本框：用于输入图层组种类的名称，可输入新的种类名称来建立新的图层组种类，或是输入已存在的名称进行该图层组的编辑操作。
- 创建/编辑 按钮：用于创建新的图层组或编辑现有的图层组。单击该按钮前，必须要在 类别 文本框中输入名称。如果输入的名称已经存在，则可对该图层组进行编辑操作；如果所输入的名称不存在，则创建新的图层组。
- 删除 按钮和 重命名 按钮：主要用于图层组种类的编辑操作。删除 按钮用于删除所选取的图层组种类；重命名 按钮用于对已存在的图层组种类重新命名。
- 描述 文本框：用于输入某图层相应的描述文字，解释该图层的含义。当输入的文字长度超出文本框的规定长度时，系统则会自动进行延长匹配，所以在使用中也可以输入比较长的描述语句。

在进行图层组种类的建立、编辑和更名的操作时，可以按照以下的方式进行。

1．建立一个新的图层组

在图 4.11.2 所示的“图层类别”对话框（一）的 类别 文本框中输入新图层组的名称，还可在 描述 文本框中输入相应的描述信息，单击 确定 按钮，在系统弹出的图 4.11.3 所示的“图层类别”对话框（二）中，从“图层”列表中选取该种类需要包括的层，先单击 添加 按钮，然后单击 确定 按钮完成操作，即可创建一个新的图层组。

2．修改所选图层组的描述信息

在图 4.11.2 所示的“图层类别”对话框（一）中选择需修改描述信息的图层组，在 描述

文本框中输入相应的描述信息，然后单击 确定 按钮，系统便可修改所选图层组的描述信息。

3．编辑一个存在的图层种类

在图 4.11.2 所示的“图层类别”对话框（一）的 类别 文本框中输入图层名称，或直接在图层组种类列表中选择欲编辑的图层，便可对其进行编辑操作。

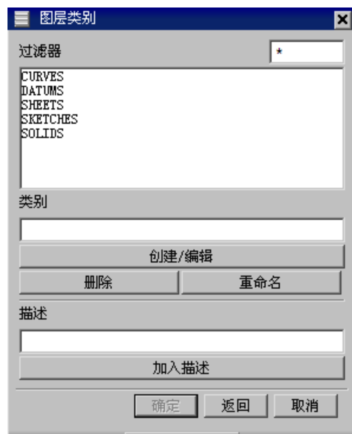


图 4.11.2　“图层类别”对话框（一）

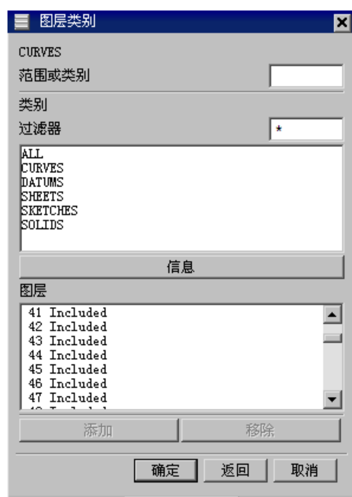


图 4.11.3　“图层类别”对话框（二）

4.11.3　视图中的可见图层

选择 格式(R) ➡ 视图中可见图层(V)... 命令，可以设置图层的可见与不可见。选择 视图中可见图层(V)... 命令后，系统弹出“视图中可见图层”对话框，在该对话框中选取某个视图，单击 确定 按钮，然后单击 可见 按钮或 不可见的 按钮，可以设置该图层的可见性。

4.11.4　移动至图层

移动对象至图层功能用于把对象从一个图层移出并放置到另一个图层，其一般操作步骤如下。

Step1．选择下拉菜单 格式(R) ➡ 移动至图层(M)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

Step2．选取目标特征。先选取目标特征，然后单击“类选择”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“图层移动”对话框。

Step3．选择目标图层或输入目标图层的编号，单击 确定 按钮。

4.11.5 复制至图层

复制对象至图层功能用于把对象从一个图层复制到另一个图层，且源对象依然保留在原来的图层上，其一般操作步骤如下。

Step1. 选择下拉菜单 格式(R) ➡ 复制至图层(O)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

Step2. 定义目标特征。先单击目标特征，然后单击 确定 按钮，系统弹出“图层复制”对话框。

Step3. 定义目标图层。从图层列表中选择一个目标图层，或在数据输入字段中输入一个图层编号。单击 确定 按钮，完成该操作。

说明：组件、基准轴和基准平面类型不能在图层之间复制，只能移动。

4.11.6 图层的应用实例

通过本章前几节的基本介绍，对图层的创建及其相关操作有了大致的了解，下面以图 4.11.4 为例对其加以说明。



图 4.11.4 模型及其模型树

Stage1．创建图层组

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.11\LAYER.prt。

Step2. 选择下拉菜单 格式(R) ➡ 图层类别(C)... 命令，系统弹出“图层类别”对话框。

Step3. 定义图层组名。在“图层类别”对话框的 类别 文本框中输入图层组名称 SKETCHES。

Step4. 添加图层。在“图层类别”对话框中单击 创建/编辑 按钮，选取图层 21～30，单击 添加 按钮，单击对话框中的 确定 按钮。

Step5. 定义其他图层组。参照 Step3、Step4 添加图层组 DATUMS 和图层组 CURVES。

图层组 DATUMS 包括图层 31～40；图层组 CURVES 包括图层 41～50，最后单击确定按钮关闭“图层类别”对话框。

Stage2．将各对象移至图层组

图 4.11.5 所示为将对象移至图层组后的模型及相应的模型树。



图 4.11.5　模型及其模型树

Step1．选择下拉菜单 格式(R) → 移动至图层(M)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

Step2．选择对象类型。在“类选择”对话框中单击“类型过滤器”按钮，系统弹出“根据类型选择”对话框；选择草图选项，单击确定按钮，系统重新弹出“类选择”对话框；单击此对话框中的“全选”按钮，可看到图形区中的所有草图被选中；单击确定按钮，系统弹出“图层移动”对话框。

Step3．选择图层组。在“图层移动”对话框的列表中选择SKETCHES，然后单击确定按钮。

Step4．参照 Step1～Step3 将图形区中的基准坐标系、基准平面和基准轴添加到图层组 DATUMS 中，将曲线添加到图层组 CURVES 中。

Stage3．设置图层组

Step1．选择下拉菜单 格式(R) → 图层设置(S)... 命令，系统弹出图 4.11.6 所示的“图层设置”对话框。



图 4.11.6　“图层设置”对话框

Step2．设置图层组状态。选中图 4.11.6 所示的选项，将图层组 41 设置为可见图层，其余图层则为不可见图层，结果如图 4.11.7 所示，单击关闭按钮，关闭“图层设置”对话框。

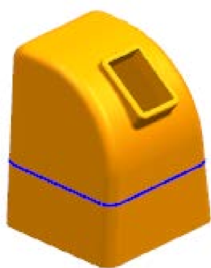


图 4.11.7　图层设置结果

4.12　常用的基准特征

4.12.1　基准平面

基准平面也称基准面，是用户在创建特征时的一个参考面，同时也是一个载体。如果在创建一般特征时，模型上没有合适的平面，用户可以创建基准平面作为特征截面的草图平面或参照平面；也可以根据一个基准平面进行标注，此时它就好像是一条边。并且基准平面的显示大小是可以调整的，以使其看起来更适合零件、特征、曲面、边、轴或半径。UG NX 10.0 中有两种类型的基准平面：相对的和固定的。

相对基准平面：相对基准平面是根据模型中的其他对象而创建的。可使用曲线、面、边缘、点及其他基准作为基准平面的参考对象，可创建跨过多个实体的相对基准平面。

固定基准平面：固定基准平面不参考，也不受其他几何对象的约束，在用户定义特征中使用除外。可使用任意相对基准平面方法创建固定基准平面，方法是取消选择“基准平面”对话框中的☑关联复选框；还可根据 WCS 和绝对坐标系并通过改变方程式中的系数，使用一些特殊方法创建固定基准平面。

要选择一个基准平面，可以在模型树中单击其名称，也可在图形区中选择它的一条边界。

1．基准平面的创建方法：成一角度

下面以图 4.12.1 所示的实例来说明创建基准平面的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.01\DATUM_PLANE_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 基准/点(D) ▸ ➡ 基准平面(D)... 命令，系统弹出图 4.12.2 所示的“基准平面”对话框（可创建各种形式的基准平面）。

Step3. 定义创建方式。在“基准平面”对话框的 类型 下拉列表中选择 成一角度 选项（图 4.12.2）。

Step4. 定义参考对象。分别选取图 4.12.1a 所示的平面和边线为基准平面的参考平面和

参考轴。

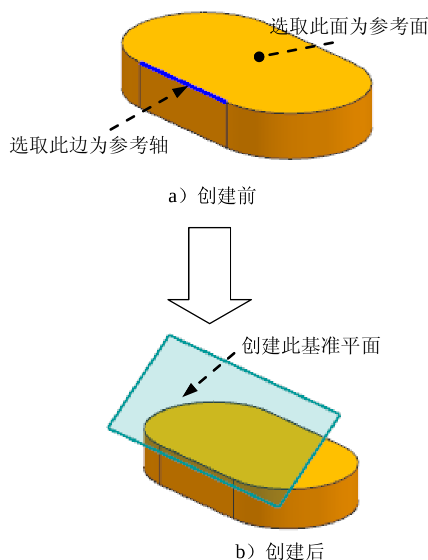


图 4.12.1　创建基准平面

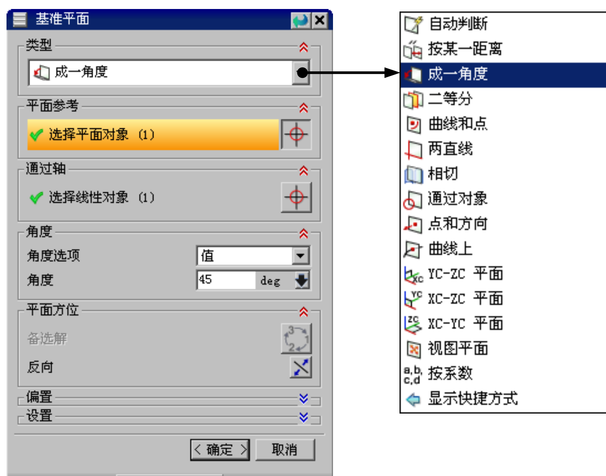


图 4.12.2　“基准平面”对话框

Step5. 定义参数。在弹出的角度动态输入框中输入数值 45，单击“基准平面”对话框中的< 确定 >按钮，完成基准平面的创建。

图 4.12.2 所示的“基准平面”对话框中部分选项及按钮的功能说明如下。

- 自动判断：通过选择的对象自动判断约束条件。例如选取一个表面或基准平面时，系统自动生成一个预览基准平面，可以输入偏置值和数量来创建基准平面。
- 点和方向：通过定义一个点和一个方向来创建基准平面。定义的点可以是使用点构造器创建的点，也可以是曲线或曲面上的点；定义的方向可以通过选取的对象自动判断，也可以使用矢量构造器来构建。
- 曲线上：创建一个过曲线上的点并在此点与曲线法向方向垂直或相切的基准平面。
- 按某一距离：通过输入偏置值创建与已知平面（基准平面或零件表面）平行的基准平面。
- 成一角度：通过输入角度值创建与已知平面成一角度的基准平面。先选择一个平面或基准平面，然后选择一个与所选面平行的线性曲线或基准轴，以定义旋转轴。
- 曲线和点：用此方法创建基准平面的步骤为：先指定一个点，然后指定第二个点或者一条直线、线性边、基准轴、面等。如果选择直线、基准轴、线性曲线或特征的边缘作为第二个对象，则基准平面同时通过这两个对象；如果选择一般平面或基准平面作为第二个对象，则基准平面通过第一个点，但与第二个对象平行；

如果选择两个点，则基准平面通过第一个点并垂直于这两个点所定义的方向；如果选择三个点，则基准平面通过这三个点。

- 两直线：通过选择两条现有直线，或直线与线性边、面的法向向量或基准轴的组合，创建的基准平面包含第一条直线且平行于第二条线。如果两条直线共面，则创建的基准平面将同时包含这两条直线。否则，还会有下面两种可能的情况。
  - ☑ 这两条线不垂直。创建的基准平面包含第二条直线且平行于第一条直线。
  - ☑ 这两条线垂直。创建的基准平面包含第一条直线且垂直于第二条直线，或是包含第二条直线且垂直于第一条直线（可以使用循环解实现）。
- 通过对象：根据选定的对象创建基准平面，对象包括曲线、边缘、面、基准、平面、圆柱、圆锥或旋转面的轴、基准坐标系、坐标系以及球面和旋转曲面。如果选择圆锥面或圆柱面，则在该面的轴线上创建基准平面。
- 视图平面：创建平行于视图平面并穿过绝对坐标系（ACS）原点的固定基准平面。
- XC-YC 平面：沿工作坐标系（WCS）或绝对坐标系（ACS）的 XC-YC 平面创建一个固定的基准平面。
- XC-ZC 平面：沿工作坐标系（WCS）或绝对坐标系（ACS）的 XC-ZC 平面创建一个固定的基准平面。
- YC-ZC 平面：沿工作坐标系（WCS）或绝对坐标系（ACS）的 YC-ZC 平面创建一个固定的基准平面。
- 按系数：通过使用系数 a、b、c 和 d 指定一个方程的方式，创建固定基准平面，该基准平面由方程 ax+ by+cz=d 确定。

2．基准平面的创建方法：点和方向

用“点和方向”创建基准平面是指通过定义一点和平面的法向方向来创建基准平面。下面通过一个实例来说明用“点和方向”创建基准平面的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.01\DATUM_PLANE_02.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令，系统弹出“基准平面”对话框。

Step3. 定义创建方式。在 类型 区域的下拉列表中选择 点和方向 选项，选取图 4.12.3a 所示圆的圆心点，在 指定矢量 下拉列表中选择 XC 选项为平面的法向方向，单击 < 确定 > 按钮，完成基准平面的创建，如图 4.12.3b 所示。

3．基准平面的创建方法：曲线上

用“曲线上”创建基准平面是指通过指定在曲线上的位置和方位确定相对位置的基准

平面。下面通过图 4.12.4 所示的实例说明用“曲线上”创建基准平面的一般过程。

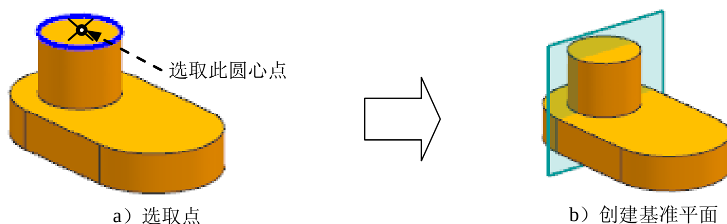


图 4.12.3　利用“点和方向”创建基准平面

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.01\DATUM_PLANE_03.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令，系统弹出“基准平面”对话框。

Step3. 定义创建方式。在 类型 区域的下拉列表中选择 曲线上 选项，选取图 4.12.4a 所示曲线上的任意位置，在 曲线上的位置 区域的 位置 下拉列表中选择 弧长 选项，在 弧长 文本框中输入数值 0。

Step4. 在“基准平面”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成基准平面的创建，如图 4.12.4b 所示。

说明：此例中创建的基准平面的法向方向为曲线在曲线与基准平面的交点处的切线方向。读者可以通过选择 方向 下拉列表中的其他选项来改变基准平面的法向方向的类型。单击“反向”按钮，可以改变曲线的起始方向，而单击“法向平面反向”按钮，可以改变基准平面的法向方向。

4. 基准平面的创建方法：按某一距离

用“按某一距离”创建基准平面是指创建一个与指定平面平行且相距一定距离的基准平面。下面通过一个实例说明用“按某一距离”创建基准平面的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.01\DATUM_PLANE_04.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令，系统弹出“基准平面”对话框。

Step3. 定义创建方式。在 类型 区域的下拉列表中选择 按某一距离 选项，选取图 4.12.5a 所示的平面为参考面。

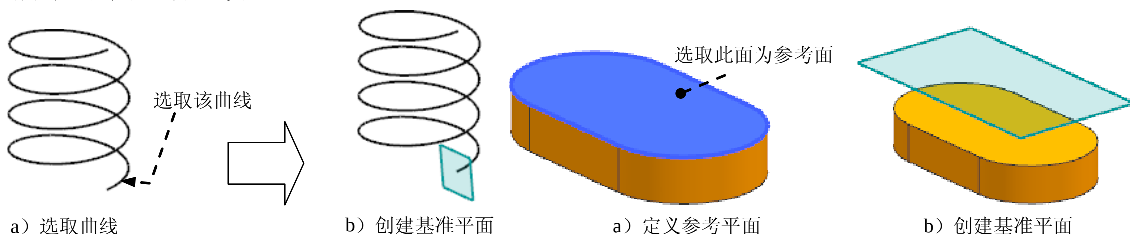


图 4.12.4　利用“曲线上”创建基准平面　　图 4.12.5　利用“按某一距离”创建基准平面定义拉伸方向

Step4. 在弹出的距离动态输入框内输入数值 10，单击“基准平面”对话框中的< 确定 >按钮，完成基准平面的创建，如图 4.12.5b 所示。

5．基准平面的创建方法：平分平面

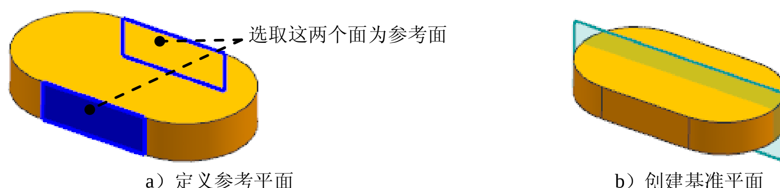
用“平分平面”创建基准平面是指创建一个与指定两平面相距相等距离的基准平面。下面通过一个实例说明用“平分平面”创建基准平面的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.01\DATUM_PLANE_05.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)...命令，系统弹出“基准平面”对话框。

Step3. 定义创建方式。在类型区域的下拉列表中选择二等分选项，选取图 4.12.6a 所示的两个模型表面为参考面。

Step4. 单击< 确定 >按钮，完成基准平面的创建，如图 4.12.6b 所示。



a）定义参考平面　　b）创建基准平面

图 4.12.6　利用“二等分”创建基准平面

6．基准平面的创建方法：曲线和点

用“曲线和点”创建基准平面是指通过指定点和曲线创建基准平面。下面通过一个实例说明用“曲线和点”创建基准平面的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.01\DATUM_PLANE_06.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)...命令，系统弹出“基准平面”对话框。

Step3. 定义创建方式。在类型区域的下拉列表中选择曲线和点选项，选取图 4.12.7a 所示的点和曲线作为参考对象。

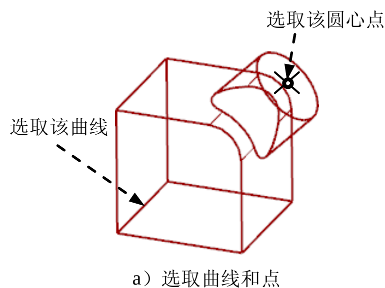
Step4. 单击< 确定 >按钮，完成基准平面的创建，如图 4.12.7b 所示。

说明：通过单击“基准平面”对话框中的“循环解”按钮可以改变基准平面与曲线的相对位置，图 4.12.8 所示为基准平面与曲线垂直的情况。

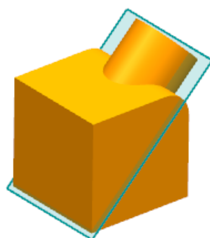
7．基准平面的创建方法：两直线

用“两直线”创建基准平面可以创建通过两相交直线的基准平面，也可以创建包含一条直线，平行或垂直于另一条直线的基准平面。下面通过一个实例说明用“两直线”创建

基准平面的一般过程。



a）选取曲线和点



b）创建基准平面

图 4.12.7　利用“曲线和点”创建基准平面

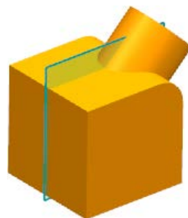


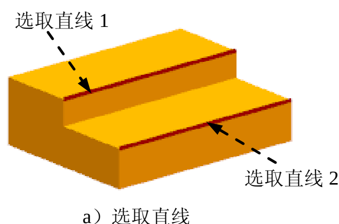
图 4.12.8　基准平面与曲线垂直

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.01\DATUM_PLANE_07.prt。

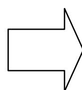
Step2. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)...命令，系统弹出“基准平面”对话框。

Step3. 定义创建方式。在类型区域的下拉列表中选择两直线选项，选取图 4.12.9a 所示的两条直线作为参考对象。

Step4. 单击< 确定 >按钮，完成基准平面的创建，如图 4.12.9b 所示。



a）选取直线



b）创建基准平面

图 4.12.9　利用“两直线”创建基准平面

说明：通过单击“基准平面”对话框中的“循环解”按钮可以改变基准平面的相对位置。

8. 基准平面的创建方法：通过对象

用“通过对象”创建基准平面是指通过指定模型的表面为参考对象来创建基准平面。

下面通过一个实例说明用“通过对象”创建基准平面的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.01\DATUM_PLANE_08.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)...命令，系统弹出“基准平面”对话框。

Step3. 定义创建方式。在类型区域的下拉列表中选择通过对象选项，选取图 4.12.10a 所示的模型表面作为参考对象。

Step4. 单击< 确定 >按钮，完成基准平面的创建，如图 4.12.10b 所示。

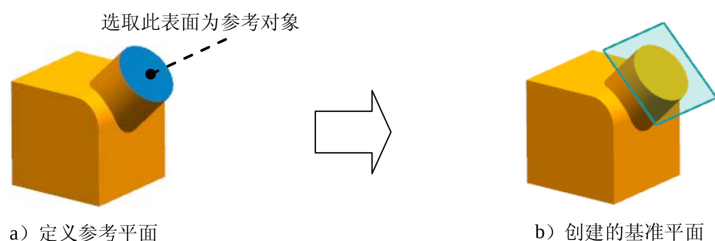


图 4.12.10　利用“通过对象”创建基准平面

9．调整基准平面的显示大小

尽管基准平面实际上是一个无穷大的平面，但在默认情况下，系统根据模型大小对其进行缩放显示。显示的基准平面的大小随零件尺寸而改变。除了那些即时生成的平面以外，其他所有基准平面的大小都可以调整，以适应零件、特征、曲面、边、轴或半径。改变基准平面大小的方法是：双击基准平面，拖动基准平面的控制点即可改变其大小（图 4.12.11）。

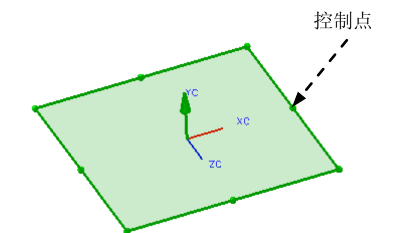


图 4.12.11　调整基准平面的显示大小

4.12.2　基准轴

基准轴既可以是相对的，也可以是固定的。以创建的基准轴为参考对象，可以创建其他对象，比如基准平面、旋转体和拉伸特征等。

1．基准轴的创建方法：两点

下面通过图 4.12.12 所示的实例说明创建基准轴的一般操作步骤。

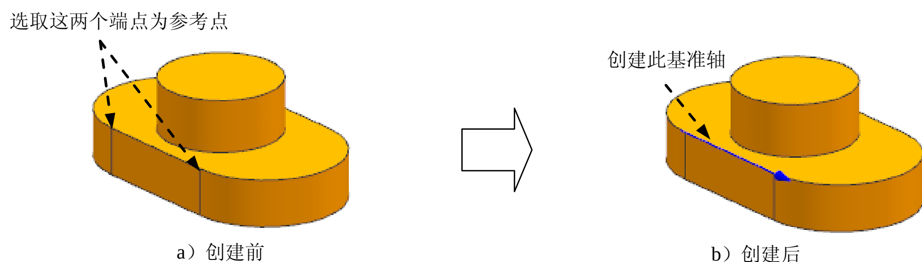


图 4.12.12　创建基准轴

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.02\DATUM_AXIS_01.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准轴(A)... 命令，系统弹出图 4.12.13 所示的“基准轴”对话框。

Step3．在“基准轴”对话框的 类型 下拉列表中选取 两点 选项，选择“两点”方式创

建基准轴（图 4.12.13）。

Step4. 定义参考点。选取图 4.12.12a 所示的两边线的端点为参考点。

注意：所创建的基准轴正向与选择点的先后顺序有关，可以通过单击“基准轴”对话框中的“反向”按钮调整其方向。

Step5. 单击 < 确定 > 按钮，完成基准轴的创建。

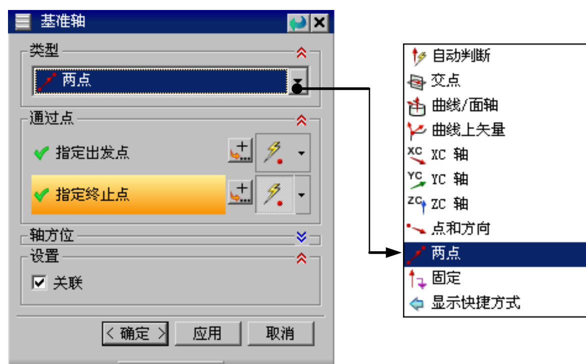


图 4.12.13 “基准轴”对话框

图 4.12.13 所示的“基准轴”对话框中有关选项功能的说明如下。

- 自动判断：根据所选的对象自动判断基准轴类型。
- 点和方向：通过定义一个点和一个矢量方向来创建基准轴。通过曲线、边或曲面上的一点，可以创建一条平行于线性几何体或基准轴、面轴，或垂直于一个曲面的基准轴。
- 两点：通过定义轴通过的两点来创建基准轴。第一点为基点，第二点定义了从第一点到第二点的方向。
- 交点：通过两个平面相交，在相交处产生的基准轴。
- 曲线/面轴：创建一个起点在选择曲线上的基准轴。
- 曲线上矢量：通过选择曲线上一点并确定与曲线的方位关系（法向垂直或相切或与某一对象平行或垂直等）而创建基准轴。
- XC 轴：沿用于通过沿 XC 轴创建固定基准轴。
- YC 轴：沿用于通过沿 YC 轴创建固定基准轴。
- ZC 轴：沿用于通过沿 ZC 轴创建固定基准轴。

2. 基准轴的创建方法：点和方向

用“点和方向”创建基准轴是指通过定义一个点和矢量方向来创建基准轴，下面通过图 4.12.14 所示的范例来说明用“点和方向”创建基准轴的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.02\DATUM_AXIS_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) ➡ 基准/点(D) ➡ 基准轴(A)...命令，系统弹出“基准轴”对话框。

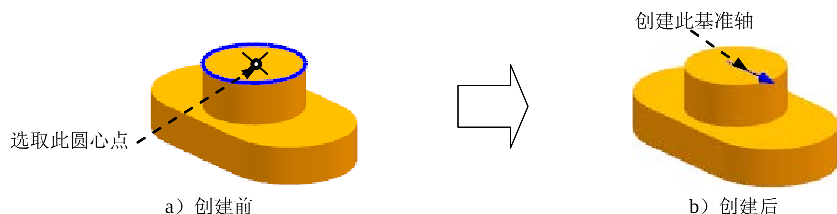


图 4.12.14 利用“点和方向”创建基准轴

Step3. 在“基准轴”对话框的类型下拉列表中选取点和方向选项，选择图 4.12.14 所示圆的圆心点作为参考点。

Step4. 在对话框方向区域的方位下拉列表中选择平行于矢量选项；在指定矢量下拉列表中选择XC选项。

Step5. 单击< 确定 >按钮，完成基准轴的创建。

3. 基准轴的创建方法：曲线/面轴

用“曲线/面轴”可以创建一个与选定的曲线/面的轴共线的基准轴，下面通过图 4.12.15 所示的实例说明用“曲线/面轴”创建基准轴的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.02\DATUM_AXIS_03.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) ➡ 基准/点(D) ➡ 基准轴(A)...命令，系统弹出“基准轴”对话框。

Step3. 选择对话框类型下拉列表中的曲线/面轴选项，选取图 4.12.16 所示的曲面为参考对象；调整基准轴的方向使其与 ZC 轴正方向反向。

Step4. 单击< 确定 >按钮，完成基准轴的创建。

说明：在“基准轴”对话框的轴方位区域单击“反向”按钮可以改变创建的基准轴的方向。

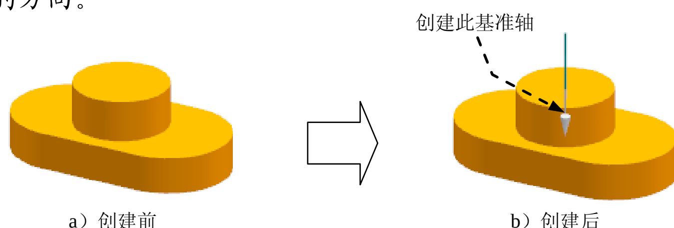


图 4.12.15 利用“曲线/面轴”创建基准轴

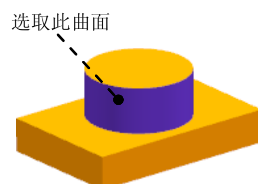


图 4.12.16 定义参考曲面

4. 基准轴的创建方法：曲线上矢量

用“曲线上矢量”可以通过指定在曲线上的相对位置和方位来创建基准轴。下面通过

图 4.12.17 所示的实例说明用“曲线上矢量”创建基准轴的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.02\DATUM_AXIS_04.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准轴(A)... 命令，系统弹出“基准轴”对话框。

Step3. 在“基准轴”对话框的 类型 下拉列表中选择 曲线上矢量 选项，选取图 4.12.18 所示的曲线为参考对象。

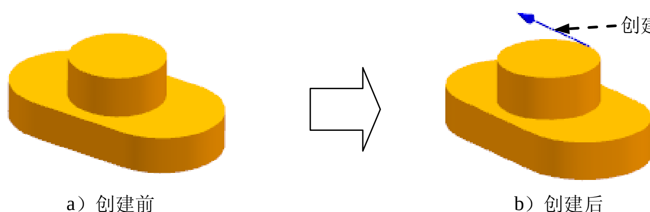


图 4.12.17　利用“曲线上矢量”创建基准轴

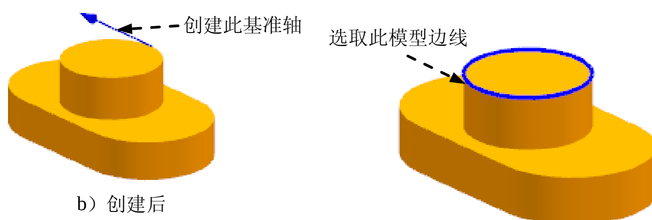


图 4.12.18　定义参考曲线

Step4. 在对话框 曲线上的位置 区域的 位置 下拉列表中选择 弧长 选项，在 弧长 文本框中输入数值 25。

Step5. 在对话框 曲线上的方位 区域的 方位 下拉列表中选择 相切 选项。

Step6. 单击 < 确定 > 按钮，完成基准轴的创建。

说明：定义基准轴在曲线上的相对位置时有两种方式供选择，分别是 弧长 和 弧长百分比，即“基准轴”对话框 曲线上的位置 区域的 位置 下拉列表中的两个选项：弧长 选项和 弧长百分比 选项。如选取的参照是直线则可以更精确地确定基准轴的位置。另外，确定基准轴的方向时在 曲线上的方位 区域的 方位 下拉列表中有五种方式可供选择，分别是 相切、副法向、法向、垂直于对象 和 平行于对象。其中前三种方式的参考对象是曲线的切线，后两种方式则要求再选择新的参照对象。图 4.12.19、图 4.12.20 所示分别是选择“垂直于对象”和“平行于对象”方式创建的基准轴。

4.12.3　基准点

基准点用来为网格生成加载点、在绘图中连接基准目标和注释、创建坐标系及管道特征轨迹，也可以在基准点处放置轴、基准平面、孔和轴肩。

默认情况下，UG NX 10.0 将一个基准点显示为加号“+”，其名称显示为 point（n），其中 n 是基准点的编号。要选取一个基准点，可选择基准点自身或其名称。

1．通过给定坐标值创建点

无论用哪种方式创建点，得到的点都有唯一的坐标值与之相对应。只是不同方式的操作步骤和简便程度不同。在可以通过其他方式方便快捷地创建点时，就没有必要再通过给

定点的坐标值来创建。仅在读者确定点的坐标值时推荐使用此方式。

本节将创建如下几个点，坐标值分别是（10.0，12.0，18.0）、（36.0，−20.0，50.0）和（−10.0，60.0，30.0），操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点(P)... 命令，系统弹出“点”对话框。

Step3. 在“点”对话框的 X 、 Y 、 Z 文本框中输入相应的坐标值，单击 < 确定 > 按钮，完成三个点的创建，结果如图 4.12.21 所示。

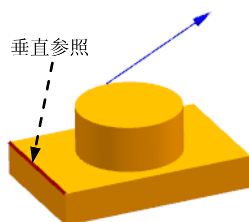


图 4.12.19 用“垂直于对象”方式创建的基准轴

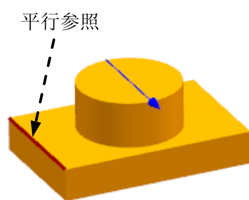


图 4.12.20 用“平行于对象”方式创建的基准轴

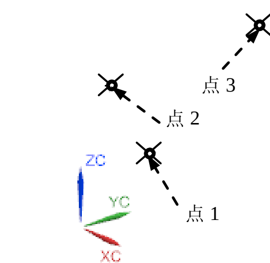


图 4.12.21 利用坐标值创建点

2. 在端点上创建点

在端点上创建点是指在直线或曲线的末端创建点。下面以图 4.12.22 所示的范例说明在端点创建点的一般过程。现要在模型边线的终点处创建一个点，其操作步骤如下。

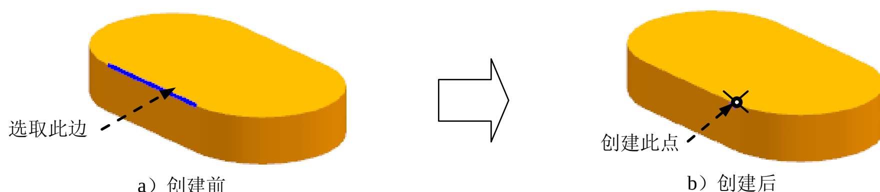


图 4.12.22 通过端点创建点

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点(P)... 命令，系统弹出“点”对话框（在对话框的 设置 区域中默认的设置是 ☑ 关联 复选框被选中，即所创建的点与所选对象参数相关）。

Step3. 选择以“端点”的方式创建点。在对话框的 类型 下拉列表中选择 终点 选项，选取图 4.12.22a 所示的模型边线，单击 < 确定 > 按钮，完成点的创建，如图 4.12.22b 所示。

说明：系统默认的端点是离选取位置最近的端点，读者在选取边线时应注意选取位置，以免所创建的点不是所需的点。

3. 在曲线上创建点

用位置的参数值在曲线或边上创建点，该位置参数值确定从一个顶点开始沿曲线的长度。下面通过图 4.12.23 所示的实例说明用“点在曲线/边上”创建点的一般过程。

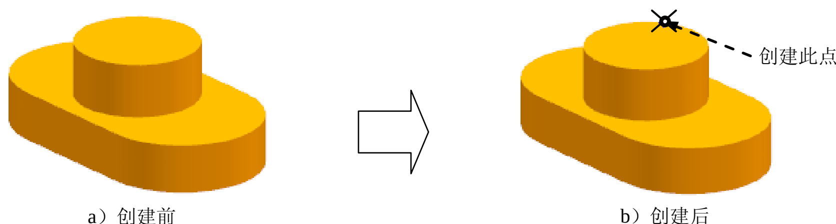


图 4.12.23 创建点

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_03.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 十 点(P)... 命令，系统弹出图 4.12.24 所示的“点”对话框。

Step3. 定义点的类型。在“点”对话框的 类型 下拉列表中选择 点在曲线/边上 选项。

Step4. 定义参考曲线。选取图 4.12.25 所示的线作为参考曲线。

Step5. 定义点的位置。在“点”对话框 曲线上的位置 区域的 位置 下拉列表中选择 弧长 选项，并在 弧长 文本框中输入数值 25。

Step6. 单击 < 确定 > 按钮，完成点的创建。

说明：“点”对话框 设置 区域中的 ☑ 关联 复选框控制所创建的点与所选取的参考曲线是否参数关联。选中此复选框则创建的点与参考曲线参数相关，取消此复选框的选取则创建的点与参考曲线非参数相关。以下如不做具体说明，都为接受系统默认，即选中 ☑ 关联 复选框。

4. 过中心点创建点

过中心点创建点是指在一条弧、一个圆或一个椭圆图元的中心处创建点。下面以图 4.12.26 所示的范例说明过中心点创建点的一般过程，现需要在模型表面孔的圆心处创建一个点，操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_04.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) ▸ → 十 点(P)... 命令，系统弹出“点”对话框。

Step3. 在对话框的 类型 下拉列表中选择 ⊙ 圆弧中心/椭圆中心/球心 选项，选取图 4.12.26a 所示的模型边线，单击 < 确定 > 按钮，完成点的创建，如图 4.12.26b 所示。

5. 通过选取象限点创建点

当用户需要借助圆弧、圆、椭圆弧和椭圆等图元的象限点时需要用到此命令。

下面通过一个实例说明其操作步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_05.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 基准/点(D) ➡ 十 点(P)... 命令，系统弹出“点”对话框。



图 4.12.24 “点”对话框

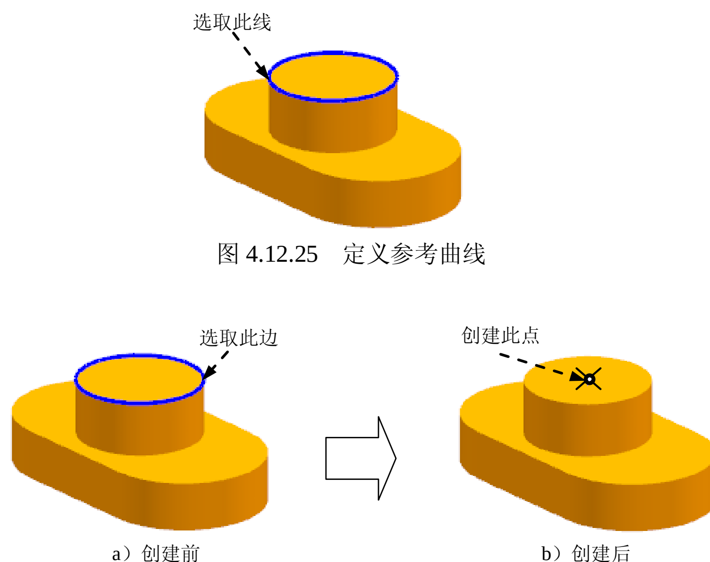


图 4.12.25 定义参考曲线

图 4.12.26 过中心创建点

Step3. 在对话框的 类型 下拉列表中选择 象限点 选项，选取图 4.12.27a 所示的圆，结果如图 4.12.27b 所示，单击 < 确定 > 按钮，完成点的创建。

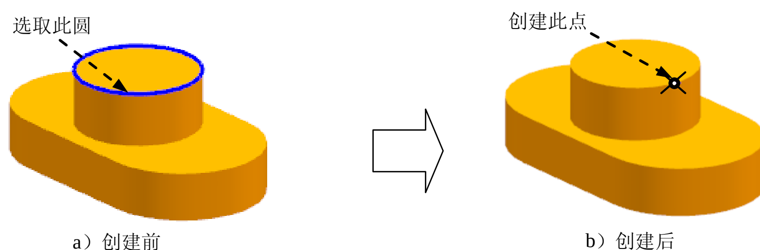


图 4.12.27 通过选取象限点创建点

说明：系统默认的象限点是离选取位置最近的象限点，读者选点时需要注意。

6. 在曲面上创建基准点

在现有的曲面上可以创建基准点。下面以图 4.12.28 所示的实例说明在曲面上创建基准点的一般过程。

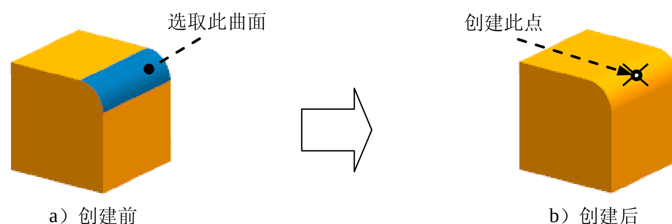


图 4.12.28 在面上创建点

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_06.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点(P)... 命令，系统弹出“点”对话框。

Step3. 在“点”对话框的类型下拉列表中选取 点在面上 选项，选取图 4.12.28a 所示的模型表面，在 面上的位置 区域的 U 向参数 文本框中输入数值 0.5，在 V 向参数 文本框中输入数值 0.5，单击 < 确定 > 按钮，完成点的创建，如图 4.12.28b 所示。

7. 利用曲线与曲面相交创建点

在一条曲线和一个曲面的交点处可以创建基准点。曲线可以是零件边、曲面特征边、基准曲线、轴或输入的基准曲线；曲面可以是零件曲面、曲面特征或基准平面。如图 4.12.29 所示，现需要在曲面与模型边线的相交处创建一个点，其操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_07.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 点(P)... 命令，系统弹出“点”对话框。

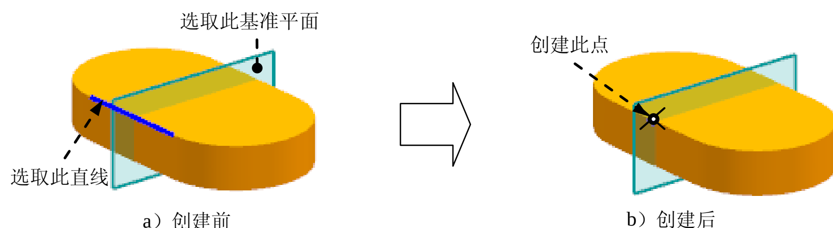


图 4.12.29　利用相交创建点

Step3. 在“点”对话框的类型下拉列表中选取 交点 选项，选取图 4.12.29a 所示的基准平面和直线，单击 < 确定 > 按钮，完成点的创建，如图 4.12.29b 所示。

说明：

（1）相交对象可以是基准平面、体的面，或者是直线、曲线等。

（2）线性对象的相交不一定是实际相交，只要在空间存在相交点即可。

8. 在草图中创建基准点

在草图环境下可以创建基准点。下面以一个范例说明创建草图基准点的一般过程，现需要在模型的表面上创建一个草图基准点，操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_08.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令。

Step3. 选取图 4.12.30 所示的模型表面为草图平面，接受系统默认的方向，单击“创建草图”对话框中的 确定 按钮，进入草图环境。

Step4. 选择下拉菜单插入(S) ➡ 基准/点(D) ➡ 点(P)...命令，系统弹出“草图点”对话框。

Step5. 在“草图点”对话框中单击按钮，在系统弹出“点”对话框的类型下拉列表中选择光标位置选项，在图形区任意位置单击创建一点，单击对话框中的确定按钮，然后单击关闭按钮。

Step6. 对点添加图 4.12.31 所示的尺寸约束。

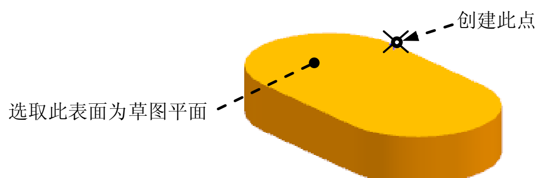


图 4.12.30　创建草图基准点



图 4.12.31　草图约束

Step7. 单击完成草图(K)按钮，退出草图环境，完成点的创建（图 4.12.30）。

9．创建点集

创建点集是指在现有的几何体上创建一系列的点，它可以是曲线上的点也可以是曲面上的点。下面将介绍一些常用的点集的创建方法。

Task1．曲线上的点

下面以图 4.12.32 所示的范例说明创建点集的一般过程，操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_09_01.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) ➡ 基准/点(D) ➡ 点集(S)...命令，系统弹出图 4.12.33 所示的“点集”对话框。

Step3. 定义点集的类型。选择“点集”对话框的类型下拉列表中的曲线点选项，在对话框子类型的曲线上取点依据下拉列表中选择等弧长选项。

Step4. 在图形区中选取图 4.12.32a 所示的曲线。

Step5. 设置参数。在点数文本框中输入数值 6，其余选项接受系统默认的设置值，单击< 确定 >按钮，完成点的创建，结果如图 4.12.32b 所示。

Task2．曲线上的百分点

曲线上的百分点是指在曲线上某个百分比位置添加一个点。下面以图 4.12.34 所示的实例说明用“曲线上的百分点”创建点集的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_09_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) ➡ 基准/点(D) ➡ 点集(S)...命令，系统弹出“点集”

对话框，选择“点集”对话框的类型下拉列表中的曲线点选项，在对话框子类型的曲线上取点依据下拉列表中选择曲线百分比选项。

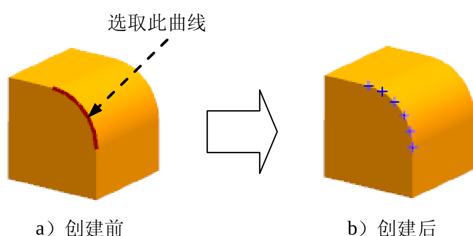


图 4.12.32　创建点（一）



图 4.12.33　“点集”对话框

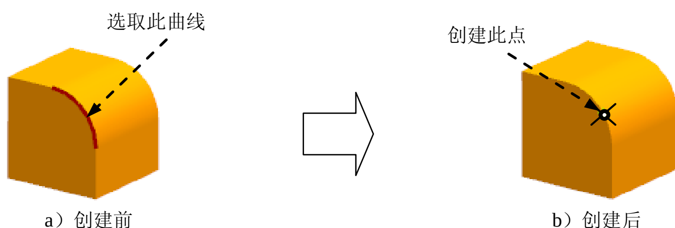


图 4.12.34　创建点（二）

Step3. 选取图 4.12.34a 所示的曲线，在曲线百分比文本框中输入数值 60.0，单击< 确定 >按钮，完成点的创建，结果如图 4.12.34b 所示。

Task3. 面上的点

面上的点是指在现有的面上创建点集。下面以一个范例说明用“面上的点”创建点集的一般过程，如图 4.12.35 所示，其操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_09_03.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 基准/点(D) → 点集(S)...命令，系统弹出“点集”对话框，选择“点集”对话框的类型下拉列表中的面的点选项。

Step3. 选取图 4.12.35a 所示的曲面，在U 向文本框中输入数值 6.0，在V 向文本框中输入数值 6.0，其余选项保持系统默认的设置。

Step4. 在“点集”对话框中单击< 确定 >按钮，完成点的创建，如图 4.12.35b 所示。

Task4. 曲面上的百分点

曲面上的百分点是指在现有面上的 U 向和 V 向指定位置创建点。下面以一个实例说明用曲面上的百分点创建点集的一般过程，操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.03\POINT_09_04.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 基准/点(D) → 点集(S)...命令，系统弹出“点集”

对话框。选择“点集”对话框的类型下拉列表中的面的点选项，在对话框子类型的面的点按照下拉列表中选择面百分比选项。

Step3. 选取图 4.12.36a 所示的曲面，在U 向百分比文本框中输入数值 60.0，在V 向百分比文本框中输入数值 60.0。

Step4. 单击< 确定 >按钮，完成点的创建，如图 4.12.36b 所示。

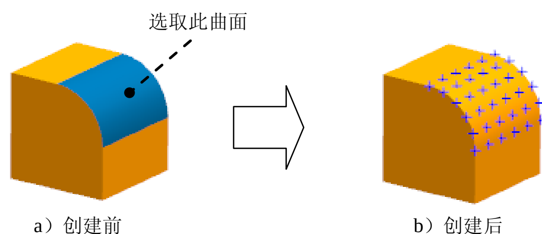


图 4.12.35 创建点（三）

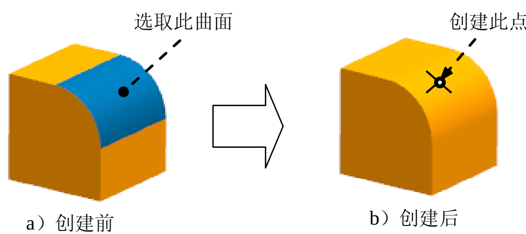


图 4.12.36 创建基准点

4.12.4 基准坐标系

坐标系是可以增加到零件和装配件中的参照特征，它可用于：

- 计算质量属性。
- 装配元件。
- 为有限元分析（FEA）放置约束。
- 为刀具轨迹提供制造操作参照。
- 定位其他特征的参照（坐标系、基准点、平面和轴线、输入的几何等）。

在 UG NX 10.0 系统中，可以使用下列三种形式的坐标系：

- 绝对坐标系（ACS）。系统默认的坐标系，其坐标原点不会变化，在新建文件时系统会自动产生绝对坐标系。
- 工作坐标系（WCS）。系统提供给用户的坐标系，用户可根据需要移动它的位置来设置自己的工作坐标系。
- 基准坐标系（CSYS）。该坐标系常用于模具设计和数控加工等操作。

1. 使用三个点创建坐标系

根据所选的三个点来定义坐标系，X 轴是从第一点到第二点的矢量，Y 轴是从第一点到第三点的矢量，原点是第一点。下面以一个范例说明用三点创建坐标系的一般过程，其操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.04\CSYS_CREATE_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 基准/点(D) → 基准 CSYS...命令，系统弹出图 4.12.37 所示的“基准 CSYS”对话框。

Step3. 在“基准 CSYS”对话框的类型下拉列表中选择原点，X 点，Y 点选项，选取图 4.12.38a 所示的三点，其中 X 轴是从第一点到第二点的矢量，Y 轴是从第一点到第三点的矢量，原点是第一点。

Step4. 单击< 确定 >按钮，完成基准坐标系的创建，如图 4.12.38b 所示。

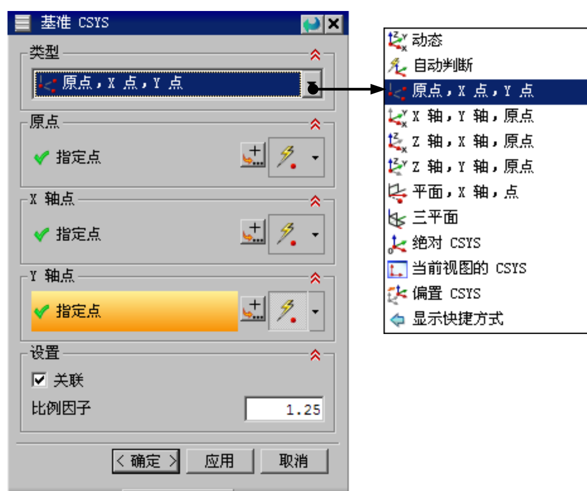


图 4.12.37　“基准 CSYS”对话框

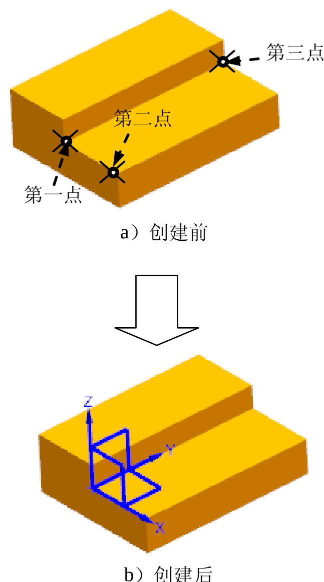


图 4.12.38　创建基准坐标系（一）

图 4.12.37 所示的“基准 CSYS”对话框中部分选项功能的说明如下。

- 动态：选择该选项，读者可以手动将 CSYS 移到所需的任何位置和方向。
- 自动判断：创建一个与所选对象相关的 CSYS，或通过 x、y 和 z 分量的增量来创建 CSYS。实际所使用的方法是基于所选择的对象和选项。要选择当前的 CSYS，可选择自动判断的方法。
- 原点，X 点，Y 点：根据选择的三个点或创建三个点来创建 CSYS。要想指定三个点，可以使用点方法选项或使用相同功能的菜单，打开“点构造器”对话框。X 轴是从第一点到第二点的矢量；Y 轴是从第一点到第三点的矢量；原点是第一点。
- 三平面：根据所选择的三个平面来创建 CSYS。X 轴是第一个“基准平面/平的面”的法线；Y 轴是第二个“基准平面/平的面”的法线；原点是这三个“基准平面/平的面”的交点。
- X 轴，Y 轴，原点：根据所选择或定义的一点和两个矢量来创建 CSYS。选择的两个矢量作为坐标系的 X 轴和 Y 轴；选择的点作为坐标系的原点。
- Z 轴，X 轴，原点：根据所选择或定义的一点和两个矢量来创建 CSYS。选择的两个矢量作为坐标系的 Z 轴和 X 轴；选择的点作为坐标系的原点。

- Z 轴，Y 轴，原点：根据所选择或定义的一点和两个矢量来创建 CSYS。选择的两个矢量作为坐标系的 Z 轴和 Y 轴；选择的点作为坐标系的原点。
- 平面，X 轴，点：根据所选择的一个平面、X 轴和原点来创建 CSYS。其中选择的平面为 Z 轴平面，选取的 X 轴方向即为 CSYS 中 X 轴方向，选取的原点为 CSYS 的原点。
- 绝对 CSYS（绝对坐标系）：指定模型空间坐标系作为坐标系。X 轴和 Y 轴是“绝对 CSYS”的 X 轴和 Y 轴，原点为“绝对 CSYS”的原点。
- 当前视图的 CSYS：将当前视图的坐标系设置为坐标系。X 轴平行于视图底部；Y 轴平行于视图的侧面；原点为视图的原点（图形屏幕中间）。如果通过名称来选择，CSYS 将不可见或在不可选择的层中。
- 偏置 CSYS：根据所选择的现有基准 CSYS 的 x、y 和 z 的增量来创建 CSYS。
- 比例因子：使用此文本框更改基准 CSYS 的显示尺寸。每个基准 CSYS 都可具有不同的显示尺寸。显示大小由比例因子参数控制，1 为基本尺寸。如果指定比例因子为 0.5，则得到的基准 CSYS 将是正常大小的一半；如果指定比例因子为 2，则得到的基准 CSYS 将是正常比例大小的两倍。

说明：在建模过程中，经常需要对工作坐标系进行操作，以便于建模。选择下拉菜单 格式(R) → WCS ▸ → 定向(N)... 命令，系统弹出图 4.12.39 所示的 CSYS 对话框，对所建的工作坐标系进行操作。该对话框的上部为创建坐标系的各种方式的选项，其余为涉及到的参数。其创建的操作步骤和创建基准坐标系一致。

图 4.12.39 所示的 CSYS 对话框的类型下拉列表中部分选项说明如下。

- X 轴，Y 轴：通过两个矢量来创建一个坐标系。坐标系的原点为第一矢量与第二矢量的交点，XC-YC 平面为第一矢量与第二矢量所确定的平面，X 轴正向为第一矢量方向，从第一矢量至第二矢量按右手螺旋法则确定 Z 轴的正向。

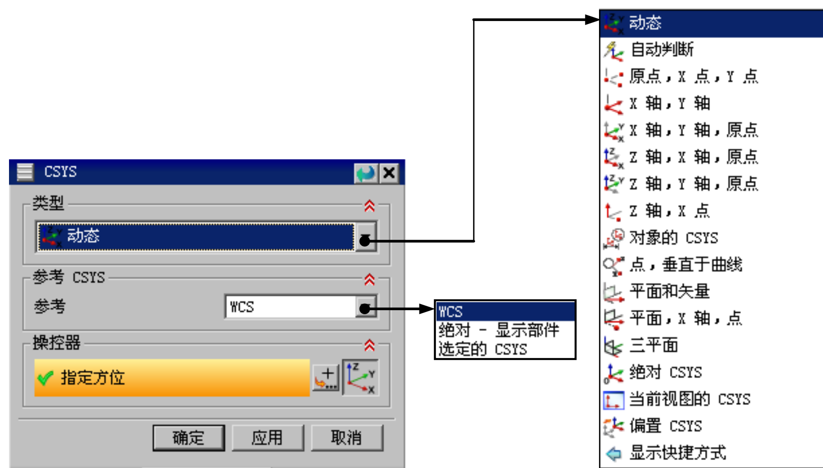


图 4.12.39 CSYS 对话框

- Z 轴，X 点：通过选择或创建一个矢量和一个点来创建一个坐标系。Z 轴正向为矢量的方向，X 轴正向为沿点和矢量的垂线指向定义点的方向，Y 轴正向由从 Z 轴至 X 轴按右手螺旋法则确定，原点为三个矢量的交点。
- 对象的 CSYS：用选择的平面曲线、平面或工程图来创建坐标系，XC-YC 平面为对象所在的平面。
- 点，垂直于曲线：利用所选曲线的切线和一个点的方法来创建一个坐标系。原点为切点，曲线切线的方向即为 Z 轴矢量，X 轴正向为沿点到切线的垂线指向点的方向，Y 轴正向由从 Z 轴至 X 轴矢量按右手螺旋法则确定。
- 平面和矢量：通过选择一个平面、选择或创建一个矢量来创建一个坐标系。X 轴正向为面的法线方向，Y 轴为矢量在平面上的投影，原点为矢量与平面的交点。
- 自动判断：通过选择的对象或输入坐标分量值来创建一个坐标系。
- 原点，X 点，Y 点：通过三个点来创建一个坐标系。这三点依次是原点、X 轴方向上的点和 Y 轴方向上的点。第一点到第二点的矢量方向为 X 轴正向，Z 轴正向由第二点到第三点按右手法则确定。
- X 轴，Y 轴，原点：创建一点作为坐标系原点，再选取或创建两个矢量来创建坐标系。X 轴正向平行于第一矢量方向，XC-YC 平面平行于第一矢量与第二矢量所在平面，Z 轴正向由从第一矢量在 XC-YC 平面上的投影矢量至第二矢量在 XC-YC 平面上的投影矢量，按右手法则确定。
- 三平面：通过依次选择三个平面来创建一个坐标系。三个平面的交点为坐标系的原点，第一个平面的法向为 X 轴，第一个平面与第二个平面的交线为 Z 轴。
- 绝对 CSYS：在绝对坐标原点（0，0，0）处创建一个坐标系，即与绝对坐标系重合的新坐标系。
- 当前视图的 CSYS：用当前视图来创建一个坐标系。当前视图的平面即为 XC-YC 平面。

说明：CSYS 对话框中的一些选项与“基准 CSYS”对话框中的相同，此处不再赘述。

2. 使用三个平面创建坐标系

用三个平面创建坐标系是指选择三个平面（模型的表平面或基准面），其交点成为坐标原点，选定的第一个平面的法向定义 X 轴的方向，第二个平面的法向定义 Y 轴的大致方向，系统会自动按右手定则确定 Z 轴。

如图 4.12.40 所示，现需要在三个垂直平面（平面 1、平面 2 和平面 3）的交点上创建一个坐标系，操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.04\CSYS_CREATE_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准 CSYS... 命令，系统弹出“基准 CSYS”对话框。

Step3. 在对话框的 类型 下拉列表中选择 三平面 选项。选取图 4.12.40a 所示的三个平面作为基准坐标系的参考平面，其中 X 轴是平面 1 的法向矢量，Y 轴是平面 2 的法向矢量，原点为三个平面的交点。

Step4. 单击 < 确定 > 按钮，完成基准坐标系的创建，如图 4.12.40b 所示。

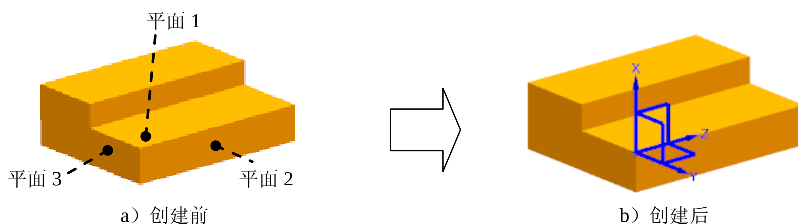


图 4.12.40　创建基准坐标系（二）

3．使用两个相交的轴（边）创建坐标系

选取两条直线（或轴线）作为坐标系的 X 轴和 Y 轴，选取一点作为坐标系的原点，然后就可以定义坐标系的方向。如图 4.12.41 所示，现需要通过模型的两条边线创建一个坐标系，操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.04\CSYS_CREATE_03.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准 CSYS... 命令，系统弹出“基准 CSYS”对话框。

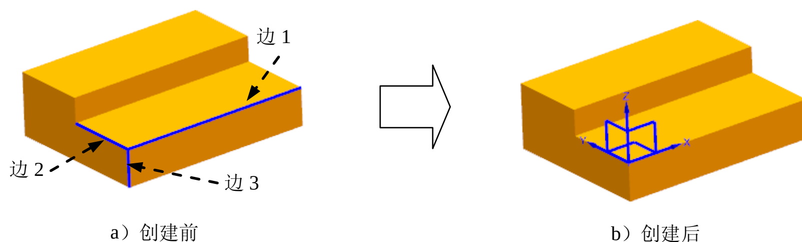


图 4.12.41　创建基准坐标系（三）

Step3. 在“基准 CSYS”对话框的 类型 下拉列表中选取 X 轴，Y 轴，原点 选项，选取图 4.12.41a 所示的边 1 和边 2 为基准坐标系的 X 轴和 Y 轴，然后选取边 3 的端点作为基准坐标系的原点。

注意：坐标轴的方向与选取边线时的位置有关，选择时需注意区别。

Step4. 单击 < 确定 > 按钮，完成基准坐标系的创建，如图 4.12.41b 所示。

4．创建偏距坐标系

通过参照坐标系的偏移和旋转可以创建一个偏距坐标系。如图 4.12.42 所示，现要通过

参照坐标系创建一个偏距坐标系，操作步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.12.04\OFFSET_CSYS.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准 CSYS... 命令，系统弹出“基准 CSYS”对话框。

Step3. 在“基准 CSYS”对话框的 类型 下拉列表中选取 偏置 CSYS 选项；在 参考 CSYS 区域的 参考 下拉列表中选择 选定的 CSYS 选项，然后选择图 4.12.42a 所示的坐标系。

Step4. 设置参数。在对话框 平移 区域的 X 、 Y 、 Z 文本框中分别输入数值 50、20、30，如图 4.12.43 所示，其余选项保持系统默认设置值。

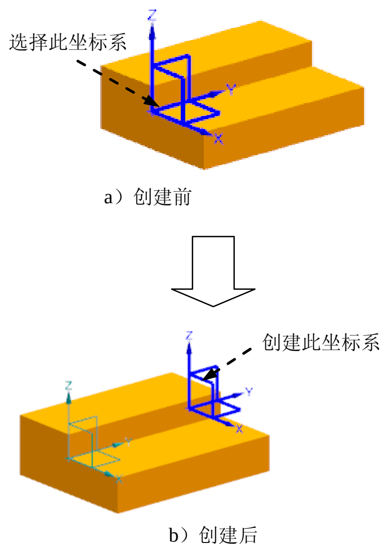


图 4.12.42　创建基准坐标系（四）



图 4.12.43　“基准 CSYS”对话框

Step5. 单击 < 确定 > 按钮，完成基准坐标系的创建，如图 4.12.42b 所示。

5．创建绝对坐标系

在绝对坐标系的原点处可以定义一个新的坐标系，X 轴和 Y 轴分别是绝对坐标系的 X 轴和 Y 轴，原点为绝对坐标系的原点。在 UG NX 10.0 中创建绝对坐标系时可以选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准 CSYS... 命令，在系统弹出的“基准 CSYS”对话框的 类型 下拉列表中选择 绝对 CSYS 选项，然后单击 < 确定 > 按钮即可。

6．创建当前视图坐标系

在当前视图中可以创建一个新的坐标系，X 轴平行于视图底部；Y 轴平行于视图的侧面；原点为视图的原点，即图形屏幕的中间位置。当前视图坐标系的创建方法也是选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准 CSYS... 命令，在系统弹出的“基准 CSYS”对

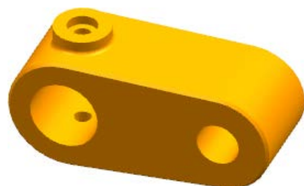
话框的类型下拉列表中选择当前视图的 CSYS选项，然后单击< 确定 >按钮即可。

4.13 孔

在 UG NX 10.0 中，可以创建以下三种类型的孔（Hole）特征。

- 简单孔：具有圆截面的切口，它始于放置曲面并延伸到指定的终止曲面或用户定义的深度。创建时要指定“直径”“深度”和“尖端尖角”。
- 埋头孔：该选项允许用户创建指定“孔直径”“孔深度”“尖角”“埋头直径”和“埋头深度”的埋头孔。
- 沉头孔：该选项允许用户创建指定“孔直径”“孔深度”“尖角”“沉头直径”和“沉头深度”的沉头孔。
- 锥形孔：该选项允许用户创建指定斜度和直径的锥形孔。

下面以图 4.13.1 所示的零件为例，说明在一个模型上添加孔特征（沉头孔）的一般操作过程。


图 4.13.1 创建孔特征

Stage1．打开一个已有的零件模型

打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.13\HOLE.prt。

Stage2．添加孔特征（沉头孔）

Step1．选择下拉菜单插入(I) → 设计特征(E) → 孔(H)...命令（或在“成形特征”工具条中单击按钮），系统弹出“孔”对话框，如图 4.13.2 所示。

Step2．选取孔的类型。在“孔”对话框的类型下拉列表中选择常规孔选项。

Step3．定义孔的放置面。首先确认“选择条”工具条中的按钮被按下，选取图 4.13.3 所示圆弧的中心点为孔的放置点，此时系统以当前默认值自动生成孔的轮廓。

Step4．输入参数。在“孔”对话框的成形下拉列表中选择沉头选项，在沉头直径文本框中输入数值 32，在沉头深度文本框中输入数值 10，在直径文本框中输入数值 18，在深度限制下拉列表中选择贯通体选项。

Step5．完成孔的创建。对话框中的其余设置保持系统默认，单击< 确定 >按钮，完成孔特征的创建。

图 4.13.2 所示的“孔”对话框中部分选项的功能说明如下。

- 类型下拉列表：
  - ☑ 常规孔：创建指定尺寸的简单孔、沉头孔、埋头孔或锥孔特征等，常规孔

可以是盲孔、通孔或指定深度条件的孔。

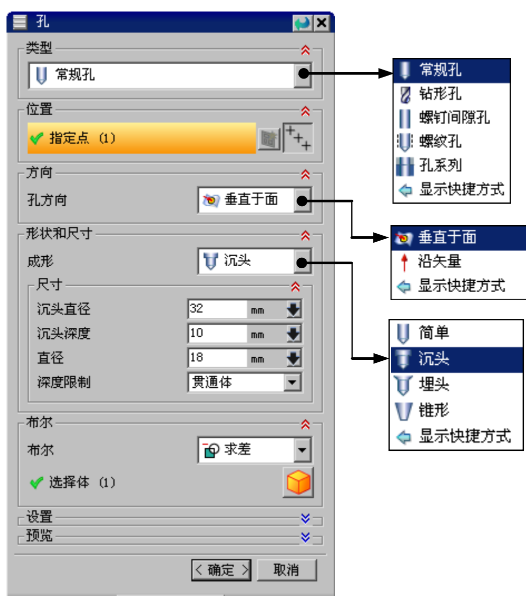


图 4.13.2　“孔”对话框

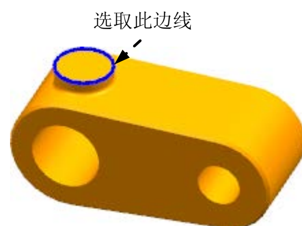


图 4.13.3　孔放置点

☑ 钻形孔：根据 ANSI 或 ISO 标准创建简单钻形孔特征。

☑ 螺钉间隙孔：创建简单、沉头或埋头通孔，它们是为具体应用而设计的，例如螺钉间隙孔。

☑ 螺纹孔：创建螺纹孔，其尺寸标注由标准、螺纹尺寸和径向进给等参数控制。

☑ 孔系列：创建起始、中间和结束孔尺寸一致的多形状、多目标体的对齐孔。

- 位置 区域：

  ☑ 按钮：单击此按钮，打开“创建草图”对话框，并通过指定放置面和方位来创建中心点。

  ☑ 按钮：可使用现有的点来指定孔的中心。可以是“选择条”工具条中提供的选择意图下的现有点或点特征。

- 孔方向 下拉列表：此下拉列表用于指定将创建的孔的方向，有 垂直于面 和 沿矢量 两个选项。

  ☑ 垂直于面：沿着与公差范围内每个指定点最近的面法向的反向定义孔的方向。

  ☑ 沿矢量：沿指定的矢量定义孔方向。

- 成形 下拉列表：用于指定孔特征的形状，有 简单、沉头、埋头 和 锥形 四个选项。

☑ 简单：创建具有指定直径、深度和尖端顶锥角的简单孔。
☑ 沉头：创建具有指定直径、深度、顶锥角、沉头孔径和沉头孔深度的沉头孔。
☑ 埋头：创建具有指定直径、深度、顶锥角、埋头孔径和埋头孔角度的埋头孔。
☑ 锥形：创建具有指定斜度和直径的孔，此项只有在类型下拉列表中选择常规孔选项时可用。

- 直径文本框：用于控制孔直径的大小，可直接输入数值。
- 深度限制下拉列表：用于控制孔的深度类型，包括值、直至选定对象、直至下一个和贯通体四个选项。

☑ 值：给定孔的具体深度值。
☑ 直至选定对象：创建一个深度为直至选定对象的孔。
☑ 直至下一个：对孔进行扩展，直至孔到达下一个面。
☑ 贯通体：创建一个通孔，贯通所有特征。

- 布尔下拉列表：用于指定创建孔特征的布尔操作，包括无和求差两个选项。

☑ 无：创建孔特征的实体表示，而不是将其从工作部件中减去。
☑ 求差：从工作部件或其组件的目标体减去工具体。

4.14 螺　纹

在 UG NX 10.0 中，可以创建两种类型的螺纹。

- 符号螺纹：以虚线圆的形式显示在要攻螺纹的一个或几个面上。符号螺纹可使用外部螺纹表文件（可以根据特殊螺纹要求来定制这些文件），以确定其参数。
- 详细螺纹：比符号螺纹看起来更真实，但由于其几何形状的复杂性，创建和更新都需要较长的时间。

在产品设计时，当需要制作产品的工程图时，应选择符号螺纹；如果不需要制作产品的工程图，而是需要反映产品的真实结构（如产品的广告图、效果图），则选择详细螺纹。

说明：详细螺纹每次只能创建一个，而符号螺纹可以创建多组，而且创建时需要的时间较少。

下面以图 4.14.1 所示的零件为例，说明在一个模型上添加螺纹特征（详细螺纹）的一般操作过程。

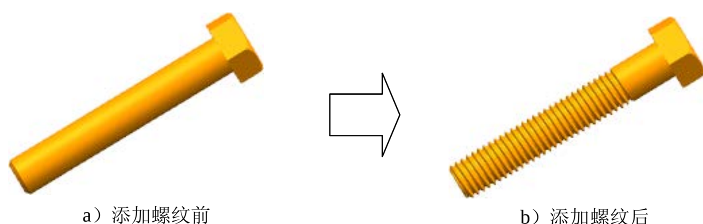
Stage1．打开一个已有的零件模型

打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.14\THREAD.prt。

Stage2．添加螺纹特征（详细螺纹）

Step1．选择下拉菜单 插入(I) ➡ 设计特征(E)▸ ➡ 螺纹(T)... 命令，系统弹出“螺纹”对话框。

Step2．选取螺纹的类型。在图 4.14.2 所示的“螺纹”对话框（一）中选中 ⊙ 详细 单选按钮。



a）添加螺纹前　　b）添加螺纹后

图 4.14.1　添加螺纹特征



图 4.14.2　“螺纹”对话框（一）

Step3．定义螺纹的放置。

（1）定义螺纹的放置面。选取图 4.14.3 所示的柱面为放置面。

（2）定义螺纹的起始面。此时系统自动生成螺纹的方向矢量，系统弹出“螺纹”对话框（二），如图 4.14.4 所示，选取图 4.14.5 所示的端面为螺纹的起始面，弹出“螺纹”对话框（三），如图 4.14.6 所示。

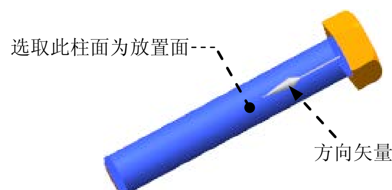


图 4.14.3　选取放置面

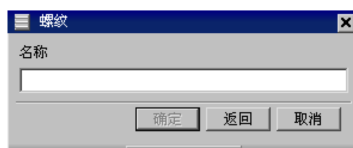


图 4.14.4　“螺纹”对话框（二）

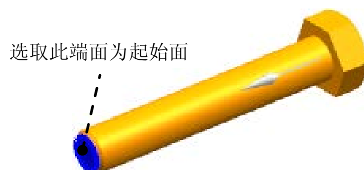


图 4.14.5　选取起始面



图 4.14.6　“螺纹”对话框（三）

Step4．单击“螺纹”对话框（三）（图 4.14.6）中的 螺纹轴反向 按钮，然后在“螺纹”对话框中设置图 4.14.2 所示的参数。

Step5．单击“螺纹”对话框中的 确定 按钮，完成螺纹特征的创建。

4.15 拔　　模

使用“拔模”命令可以使面相对于指定的拔模方向成一定的角度。拔模通常用于对模型、部件、模具或冲模的竖直面添加斜度，以便借助拔模面将部件或模型与其模具或冲模分开。用户可以为拔模操作选择一个或多个面，但它们必须都是同一实体的一部分。下面分别以面拔模和边拔模为例介绍拔模过程。

1. 面拔模

下面以图 4.15.1 所示的模型为例，来说明面拔模的一般操作过程。

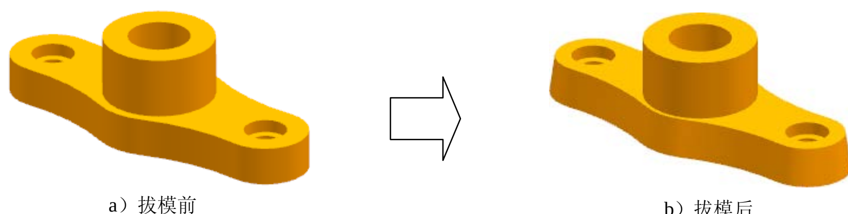


图 4.15.1　创建面拔模

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.15\DRAFT_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 拔模(T)... 命令，系统弹出图 4.15.2 所示的“拔模”对话框。

图 4.15.2 所示的“拔模”对话框中有关按钮的说明如下。

- 类型区域：该区域用于定义拔模类型。
  - ☑ 从平面或曲面：选择该选项，在静止平面上实体的横截面通过拔模操作维持不变。
  - ☑ 从边：选择该选项，使整个面在旋转过程中保持通过部件的横截面是平的。
  - ☑ 与多个面相切：在拔模操作之后，拔模的面仍与相邻的面相切。此时，固定边未被固定，而是移动的，以保持与选定面之间的相切约束。
  - ☑ 至分型边：在整个面旋转过程中保留通过该部件中平的横截面，并且根据需要在分型边缘创建突出部分。
- (自动判断的矢量)：单击该按钮，可以从所有的 NX 矢量创建选项中进行选择。
- (固定平面)：单击该按钮，允许通过选择的平面、基准平面或与拔模方向垂直的平面所通过的一点来选择该面。此选择步骤仅可用于从固定平面拔模和拔模到分型边缘这两种拔模类型。
- (要拔模的面)：单击该按钮，允许选择要拔模的面。此选择步骤仅在创建从

固定平面拔模类型时可用。

- （反向）：单击该按钮，将显示的方向矢量反向。

Step3. 选择拔模方式。在对话框的类型下拉列表中选取从平面或曲面选项。

Step4. 指定开模（拔模）方向。单击按钮下的子按钮YC，选取 YC 正向作为拔模方向。

Step5. 定义拔模固定平面。选取图 4.15.3 所示的模型底表面作为拔模固定平面。

Step6. 定义拔模面。选取图 4.15.4 所示的表面（共八个面）作为要加拔模角的面。

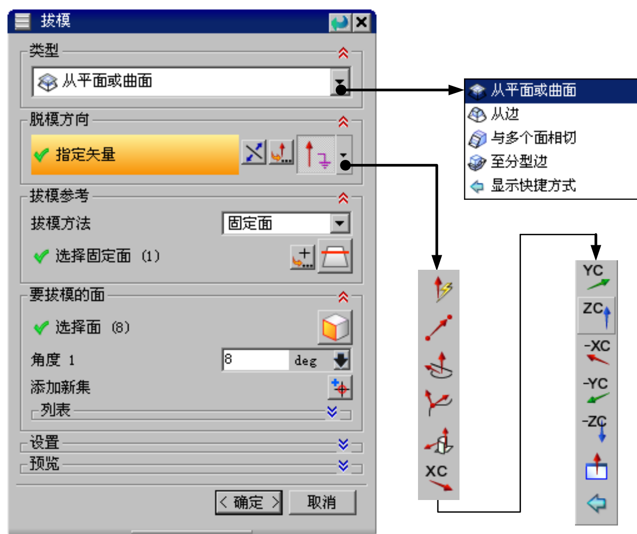


图 4.15.2 “拔模”对话框

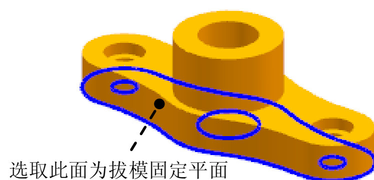


图 4.15.3 定义拔模固定平面

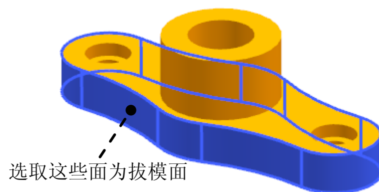


图 4.15.4 定义拔模面

Step7. 定义拔模角。系统将弹出设置拔模角的动态文本框，输入拔模角度值 5（也可拖动拔模手柄至需要的拔模角度）。

Step8. 单击< 确定 >按钮，完成拔模操作。

2．边拔模

下面以图 4.15.5 所示的模型为例，来说明边拔模的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.15\DRAFT_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 拔模(T)... 命令，系统弹出“拔模”对话框。

Step3. 选择拔模类型。在对话框的类型下拉列表中选取从边选项。

Step4. 指定开模（拔模）方向。单击按钮下的子按钮ZC。

Step5. 定义拔模边缘。选取图 4.15.6 所示长方体的一个边线作为要拔模的边缘线。

Step6. 定义拔模角。系统弹出设置拔模角的动态文本框，在动态文本框内输入拔模角度值 30（也可拖动拔模手柄至需要的拔模角度），如图 4.15.7 所示。

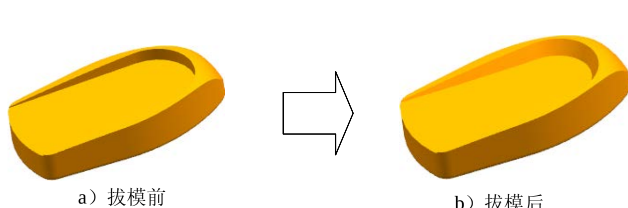


图 4.15.5　创建边拔模

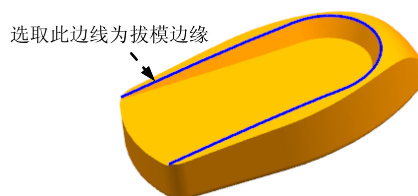


图 4.15.6　选择拔模边缘线

Step7. 单击< 确定 >按钮，完成拔模操作。

4.16　抽　　壳

使用“抽壳”命令可以利用指定的壁厚值来抽空一实体，或绕实体建立一壳体。可以指定不同表面的厚度，也可以移除单个面。图 4.16.1 所示为长方体底面抽壳和体抽壳后的模型。

1．面抽壳操作

下面以图 4.16.1 所示的模型为例，说明面抽壳的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.16\SHELL_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 偏置/缩放(O) ➡ 抽壳(H)... 命令，系统弹出图 4.16.2 所示的“抽壳”对话框。

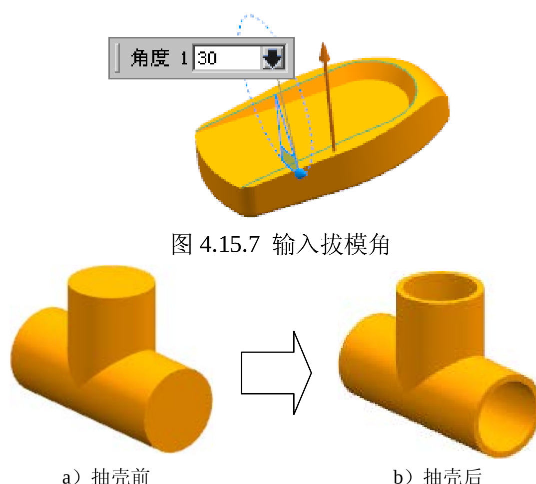


图 4.15.7 输入拔模角

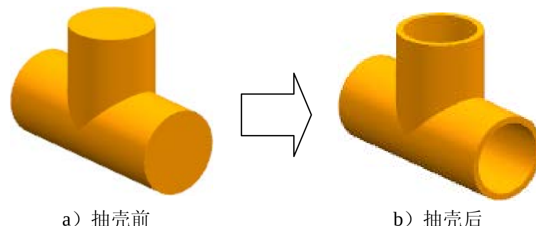


图 4.16.1　创建面抽壳



图 4.16.2　“抽壳”对话框

图 4.16.2 所示的“抽壳”对话框中有关选项的说明如下。

- 移除面，然后抽壳：指对几何实体中指定的面进行抽壳，且不保留抽壳面。
- 对所有面抽壳：指对几何实体的所有面进行抽壳，且保留抽壳面。

Step3. 在“抽壳”对话框的类型下拉列表中选取移除面，然后抽壳选项（图 4.16.2）。

Step4. 选取要抽壳的表面，如图 4.16.3 所示。

Step5. 输入参数。在“抽壳”对话框的厚度文本框内输入数值 8，或者拖动抽壳手柄至需要的数值，如图 4.16.4 所示。

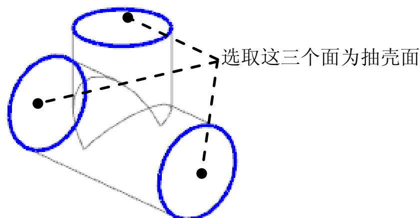


图 4.16.3　选取抽壳表面

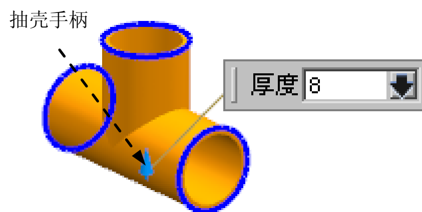


图 4.16.4　定义抽壳厚度

Step6. 单击< 确定 >按钮，完成抽壳操作。

2. 体抽壳操作

下面以图 4.16.5 所示的模型为例，说明体抽壳的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.16\SHELL_02.prt。

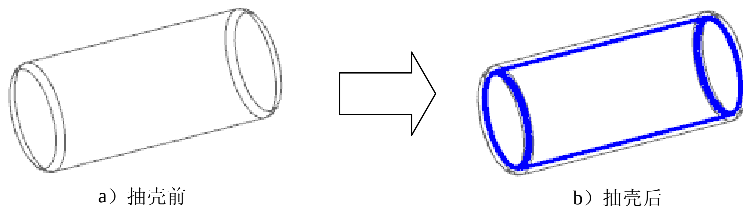


图 4.16.5　创建体抽壳

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 偏置/缩放(O) → 抽壳(H)...命令，系统弹出“抽壳”对话框。

Step3. 在对话框的类型下拉列表中选取对所有面抽壳选项。

Step4. 定义抽壳对象。选择长方体为要抽壳的体。

Step5. 输入参数。在厚度文本框中输入厚度值 2。

Step6. 单击< 确定 >按钮，完成抽壳操作。

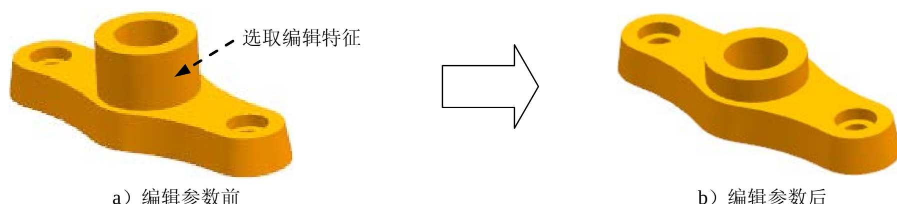
4.17　特征的编辑

特征的编辑是指在完成特征的创建以后，对其中的一些参数进行修改的操作。可以对特征的尺寸、位置和先后次序等参数进行重新编辑，在一般情况下，保留其与别的特征建立起来的关联性质。它包括编辑参数、编辑定位、特征移动、特征重排序、替换特征、抑

制特征、取消抑制特征、去除特征参数以及特征回放等。

4.17.1 编辑参数

编辑参数用于在创建特征时使用的方式和参数值的基础上编辑特征。选择下拉菜单 编辑(E) → 特征(F) ▸ → 编辑参数(P)... 命令，在系统弹出的“编辑参数”对话框中选取需要编辑的特征或在已绘图形中选择需要编辑的特征，系统会由用户所选择的特征弹出不同的对话框来完成对该特征的编辑。下面以一个范例来说明编辑参数的过程，如图 4.17.1 所示。



a）编辑参数前　　b）编辑参数后

图 4.17.1　编辑参数

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.17\EDIT_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 特征(F) ▸ → 编辑参数(P)... 命令，弹出图 4.17.2 所示的“编辑参数”对话框。

Step3. 定义编辑对象。从图形区或“编辑参数”对话框中选择要编辑的第二个拉伸特征，然后单击对话框中的 确定 按钮，特征参数值显示在图形区域（图 4.17.3），系统弹出“拉伸”对话框。

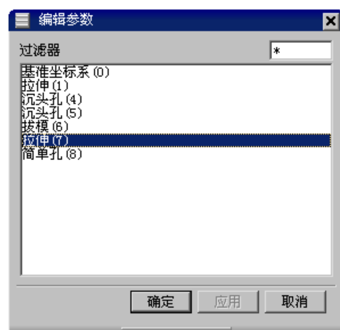


图 4.17.2　“编辑参数”对话框

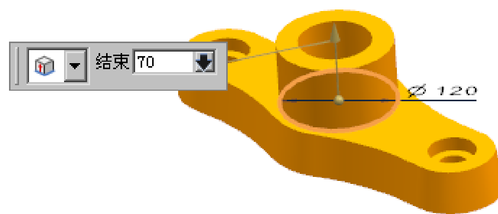


图 4.17.3　特征参数值

Step4. 编辑特征参数。在“拉伸”对话框的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 0，在 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 30，并按 Enter 键。

Step5. 依次单击“拉伸”对话框和“编辑参数”对话框中的 确定 按钮，完成编辑参

数的操作。

4.17.2　编辑位置

编辑位置(O)...命令用于对目标特征重新定义位置，包括修改、添加和删除定位尺寸，下面以一个范例来说明特征编辑定位的过程，如图 4.17.4 所示。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.17\EDIT_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 特征(F) → 编辑位置(O)... 命令，系统弹出“编辑位置”对话框。

Step3. 定义编辑对象。选取图 4.17.5 所示的凸台特征，单击 确定 按钮。

Step4. 编辑特征参数。单击 编辑尺寸值 按钮，系统弹出“编辑位置”对话框，选取尺寸“70”，此时弹出“编辑表达式”对话框，在文本框中输入数值 0，单击四次 确定 按钮，完成编辑特征的定位。

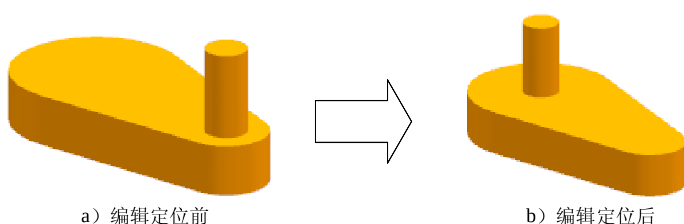


图 4.17.4　编辑位置

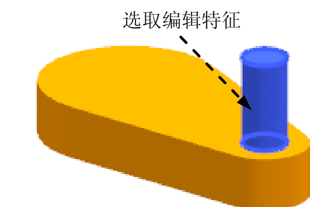


图 4.17.5　选取要编辑的特征

4.17.3　特征移动

特征移动用于把无关联的特征移到需要的位置。下面以一个范例来说明特征移动的操作步骤，如图 4.17.6 所示。

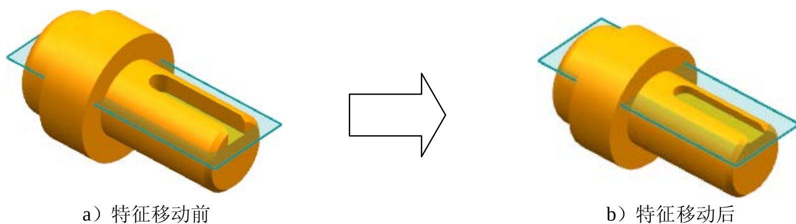


图 4.17.6　移动特征

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.17\MOVE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 特征(F) → 移动(M)... 命令，系统弹出图 4.17.7 所示的“移动特征”对话框（一）。

Step3. 定义移动对象。在“移动特征”对话框（一）中选取基准平面特征为要移动的

特征，单击 确定 按钮。

Step4. 编辑移动参数。在图 4.17.8 所示的“移动特征”对话框（二）中，分别在 DXC 文本框中输入数值 0，在 DYC 文本框中输入数值 0，在 DZC 文本框中输入数值 4，单击对话框中的 确定 按钮，完成特征的移动操作。

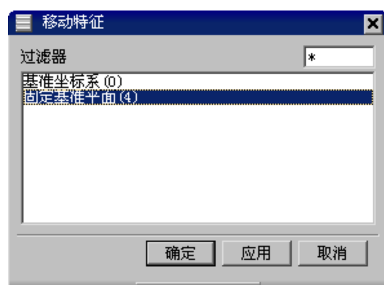


图 4.17.7 “移动特征”对话框（一）



图 4.17.8 “移动特征”对话框（二）

图 4.17.8 所示的“移动特征”对话框（二）中各选项的功能说明如下。

- DXC 文本框：用于编辑沿 XC 坐标方向上移动的距离。如在 DXC 文本框中输入数值-5，则表示特征沿 XC 负方向移动 5mm。
- DYC 文本框：用于编辑沿 YC 坐标方向上移动的距离。
- DZC 文本框：用于编辑沿 ZC 坐标方向上移动的距离。
- 至一点 按钮：可将所选特征从参考点移动到目标点。
- 在两轴间旋转 按钮：可通过在参考轴与目标轴之间的旋转来移动特征。
- CSYS 到 CSYS 按钮：将所选特征由参考坐标系移动到目标坐标系。

4.17.4 特征重排序

特征重排序可以改变特征应用于模型的次序，即将重定位特征移至选定的参考特征之前或之后。对具有关联性的特征重排序以后，与其关联的特征也被重排序。下面以一个范例说明“特征重排序”的操作步骤，如图 4.17.9 所示。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.17\SEQUENCE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 特征(F) → 重排序(R)... 命令，弹出“特征重排序”对话框，如图 4.17.10 所示。

Step3. 根据系统 选择参考特征 的提示，在该对话框的 过滤器 列表中选取 边倒圆(5) 选项为参考特征，或在图形中选择需要的特征，在 选择方法 区域中选中 ⊙ 之后 单选按钮。



图 4.17.9　模型树

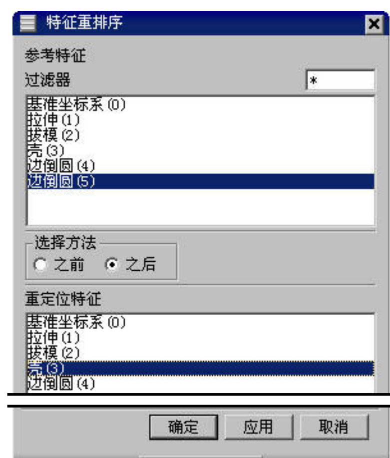


图 4.17.10　“特征重排序”对话框

Step4. 在 重定位特征 列表框中将会出现位于该特征后面的所有特征，根据系统 **选择重定位特征** 的提示，在该列表框中选取 壳 (3) 选项为需要重排序的特征。

Step5. 单击 确定 按钮，完成特征的重排序。

图 4.17.10 所示的“特征重排序”对话框中 选择方法 区域的选项说明如下。

- ⊙ 之前 单选按钮：选中的重定位特征被移动到参考特征之前。
- ⊙ 之后 单选按钮：选中的重定位特征被移动到参考特征之后。

4.17.5　特征的抑制与取消抑制

特征的抑制操作可以从目标特征中移除一个或多个特征，当抑制相互关联的特征时，关联的特征也将被抑制。当取消抑制后，特征及与之关联的特征将显示在图形区。下面以一个范例来说明应用抑制特征和取消抑制操作的过程，如图 4.17.11 所示。

Stage1. 抑制特征

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.17\REPRESS.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑 (E) → 特征 (F) ▸ → 抑制 (S)... 命令，系统弹出“抑制特征”对话框。

Step3. 定义抑制对象。选取图 4.17.12 所示的特征。

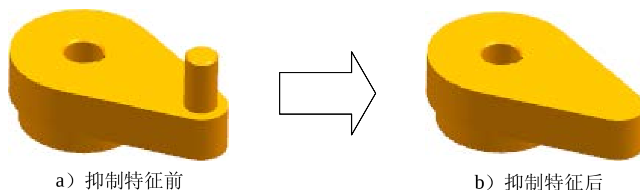


图 4.17.11　抑制特征

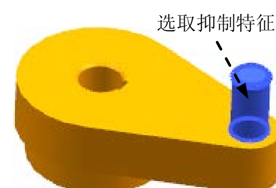


图 4.17.12　选取抑制特征

Step4. 单击 确定 按钮，完成抑制特征的操作，如图 4.17.11b 所示。

Stage2. 取消抑制特征

Step1. 选择下拉菜单 编辑(E) → 特征(F) → 取消抑制(U)... 命令，系统弹出“取消抑制特征”对话框。

Step2. 在该对话框中选取需要取消抑制的特征，单击 确定 按钮，完成取消抑制特征的操作，如图 4.17.11a 所示，模型恢复到初始状态。

4.18 扫掠特征

扫掠特征是指用规定的方法沿一条空间的路径移动一条曲线而产生的体。移动曲线称为截面线串，其路径称为引导线串。下面以图 4.18.1 所示的模型为例，说明创建扫掠特征的一般操作过程。

Stage1. 打开一个已有的零件模型

打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.18\SWEEP.prt。

Stage2. 添加扫掠特征

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)... 命令，系统弹出图 4.18.2 所示的“扫掠”对话框。

图 4.18.2 所示的“扫掠”对话框中相关按钮的说明如下。

- 截面区域中的相关按钮:
  - ☑ : 用于选取截面曲线。
  - ☑ : 选择封闭环时，用于改变起始曲线。
  - ☑ : 可以重新排序或删除线串来修改现有截面串集。
- 引导线(最多 3 条)区域中的相关按钮:
  - ☑ : 用于选取引导线。
  - ☑ : 选择封闭环时，用于改变起始曲线。
  - ☑ : 可以重新排序或删除线串来修改现有截面串集。

Step2. 定义截面线串。在“扫掠”对话框的截面区域中单击 选取图 4.18.1a 所示的截面线串。

Step3. 定义引导线串。在“扫掠”对话框的引导线(最多 3 条)区域中单击 选取图 4.18.1a 所示的引导线串。

Step4. 在“扫掠”对话框中选用系统默认的设置，单击 < 确定 > 按钮或者单击中键，完成扫掠的特征操作。

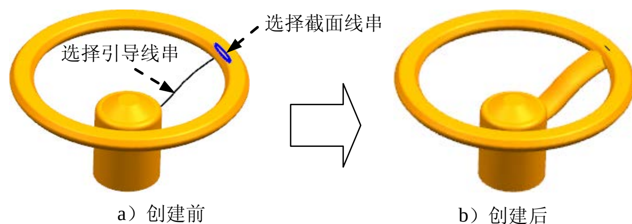


图 4.18.1　创建扫掠特征



图 4.18.2　“扫掠”对话框

4.19　凸　　台

“凸台”功能用于在一个已经存在的实体面上创建一圆形凸台。下面以图 4.19.1 所示的圆台为例，说明创建圆台的一般操作步骤。

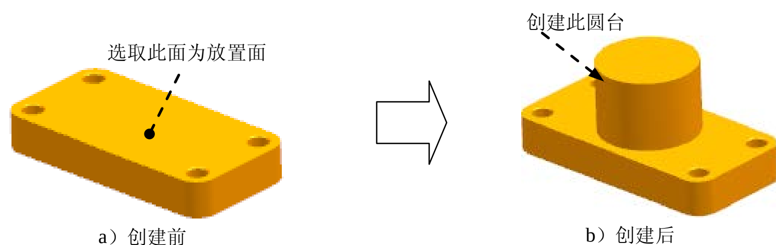


图 4.19.1　创建圆台

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.19\PROTRUDING.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(I) → 设计特征(E) → 凸台(B)... 命令，系统弹出图 4.19.2 所示的“凸台”对话框。



图 4.19.2　“凸台”对话框

Step3. 选取图 4.19.1a 所示的实体表面为放置面。

Step4. 输入圆台参数。在“凸台”对话框中输入直径值 40、高度值 15（图 4.19.2），单击确定按钮，系统弹出图 4.19.3 所示的“定位”对话框。

Step5. 创建定位尺寸来确定圆台放置位置。

（1）定义参照 1。单击按钮，选取图 4.19.4 所示的边线作为基准 1，然后在“定位”对话框中输入数值 30，单击应用按钮。

（2）定义参照 2。单击按钮，选取图 4.19.5 所示的边线作为基准 2，然后在“定位”对话框中输入数值 60，单击确定按钮，完成圆台的创建。



图 4.19.3 “定位”对话框

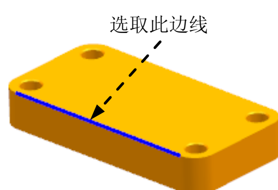


图 4.19.4 选取定位基准 1

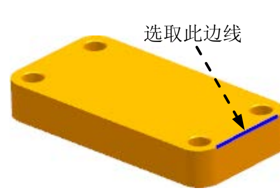
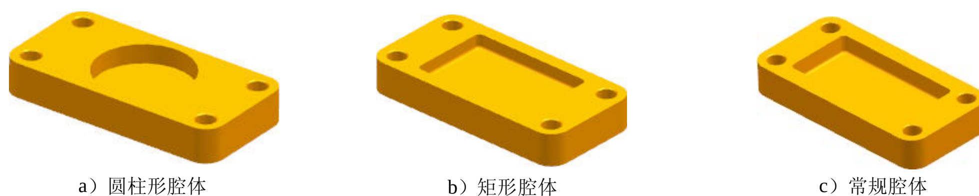


图 4.19.5 选取定位基准 2

4.20 腔 体

腔体是指在已有的实体模型中切减材料而形成的特征。腔体特征的创建过程与孔类似，不同的是孔是圆柱形的，而腔体可以是多种几何形状。在 UG NX 10.0 中可以创建三种类型的腔体：圆柱形腔体、矩形腔体和常规腔体（图 4.20.1）。下面将详细介绍这三种腔体的创建方法。

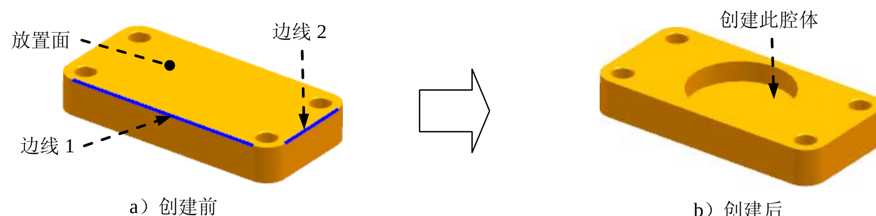


a）圆柱形腔体 b）矩形腔体 c）常规腔体

图 4.20.1 腔体特征

1. 圆柱形腔体

下面以图 4.20.2 所示的模型为例，说明创建圆柱形腔体的一般操作过程。



a）创建前 b）创建后

图 4.20.2 创建圆柱形腔体

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.20\CYLINDER_LACUNA.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(I) → 设计特征(E) → 腔体(P)... 命令，弹出图 4.20.3 所示的“腔体”对话框。

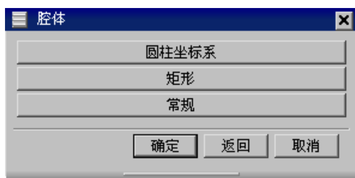


图 4.20.3　“腔体”对话框

Step3. 选择腔体类型。单击 圆柱坐标系 按钮，系统弹出图 4.20.4 所示的“圆柱形腔体”对话框（一）。

Step4. 定义放置面。选取图 4.20.2a 所示的模型上表面，系统弹出“圆柱形腔体”对话框（二），如图 4.20.5 所示。

Step5. 输入腔体参数（图 4.20.5），单击 确定 按钮，系统弹出“定位”对话框。

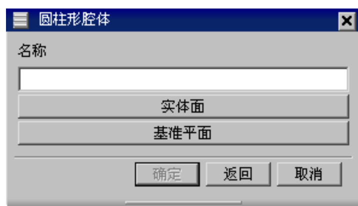


图 4.20.4　“圆柱形腔体”对话框（一）

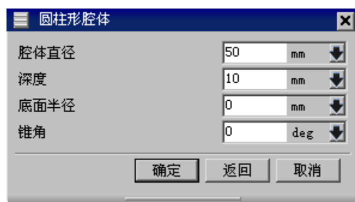


图 4.20.5　“圆柱形腔体”对话框（二）

图 4.20.5 所示的“圆柱形腔体”对话框（二）中各项的说明如下。

- 腔体直径 文本框：用于设置圆柱形腔体的直径。
- 深度 文本框：用于设置圆柱形腔体的深度。
- 底面半径 文本框：用于设置腔体底面的圆弧半径。其值必须小于腔体直径和深度。
- 锥角 文本框：用于设置圆柱形腔体的拔模角度。拔模角度值不能为负值。

Step6. 确定放置位置。单击“定位”对话框中的 按钮，选取图 4.20.2a 所示的边线 1，选择图形区出现的圆，系统弹出“设置圆弧的位置”对话框，单击其中的 圆弧中心 按钮，在弹出的“创建表达式”对话框中的文本框中输入数值 30，单击 确定 按钮，再次弹出“定位”对话框，单击 按钮，选取图 4.20.2a 所示的边线 2，选取图形区的圆，系统再次弹出“设置圆弧的位置”对话框，单击其中的 圆弧中心 按钮，在弹出的“创建表达式”对话框中的文本框中输入数值 60，单击 确定 按钮，完成腔体的创建。

2．矩形腔体

下面以图 4.20.6 所示的模型为例，说明创建矩形腔体的一般操作过程。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.20\RECTANGLE_LACUNA.prt。

Step2．选择命令。选择下拉菜单 插入(I) → 设计特征(E) → 腔体(P)... 命令（或在“成形特征”工具条中单击按钮），系统弹出“腔体”对话框。

Step3．选择腔体类型。单击 矩形 按钮，系统弹出图 4.20.7 所示的“矩形腔体”对话框。

Step4．定义放置面。选取图 4.20.6a 所示的模型表面 1 作为放置面，系统弹出图 4.20.8 所示的“水平参考”对话框。

Step5．定义水平参考。选取图 4.20.6a 所示的模型表面 2 作为水平参考，系统弹出图 4.20.9 所示的“矩形腔体”对话框。

说明：可选择实体的边、面或基准轴等对象作为矩形腔体的水平参考方向。指定参考方向后，系统会出现一个箭头，即水平参考方向，也就是将要创建的矩形腔体的长度方向。

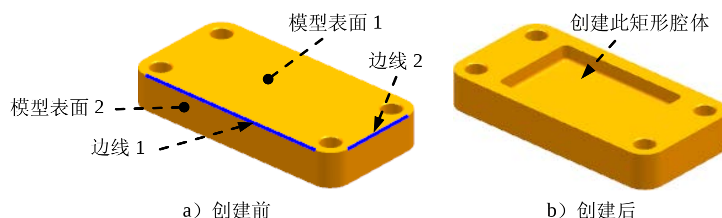


图 4.20.6 创建矩形腔体



图 4.20.7 “矩形腔体”对话框

图 4.20.9 所示的“矩形腔体”对话框中各项的说明如下。

- 长度 文本框：用于设置矩形腔体的长度。
- 宽度 文本框：用于设置矩形腔体的宽度。
- 深度 文本框：用于设置矩形腔体的深度。
- 拐角半径 文本框：用于设置矩形腔体竖直边的圆半径（大于或等于零）。
- 底面半径 文本框：用于设置矩形腔体底边的圆半径（大于或等于零）。
- 锥角 文本框：用于设置矩形腔体的拔模角度。腔体的四壁以这个角度向内倾斜。拔模角度值不能为负值。

Step6．输入腔体参数（图 4.20.9）。单击 确定 按钮，系统弹出“定位”对话框。

Step7．确定放置位置。单击“定位”对话框中的按钮，选取图 4.20.6a 所示的边线 1，选取图形中与边线 1 平行的虚线，在弹出的“创建表达式”对话框的文本框中输入数值 30，单击 确定 按钮，系统重新弹出“定位”对话框；单击按钮，选取图 4.20.6a 所示的边线 2，选取图形中与边线 2 平行的虚线，在弹出“创建表达式”对话框的文本框中输入数值 60，单击 确定 按钮，系统重新弹出“定位”对话框；单击 确定 按钮，完成腔体的创建。

3．常规腔体

常规腔体是指形状特殊的腔体，要创建常规腔体，必须先创建腔体的轮廓草图。单击“腔体”对话框中的 常规 按钮，系统弹出图 4.20.10 所示的“常规腔体”对话框。



图 4.20.8　“水平参考”对话框

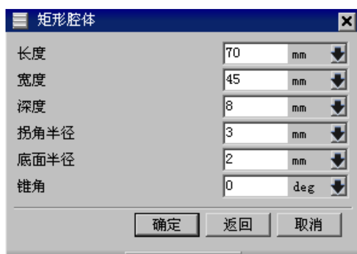


图 4.20.9　“矩形腔体”对话框

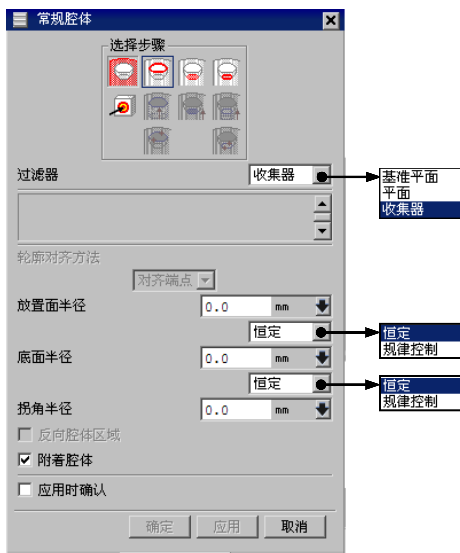


图 4.20.10　“常规腔体”对话框

图 4.20.10 所示的“常规腔体”对话框中主要选项的说明如下。

- 选择步骤 区域：用于选择操作步骤。
  - ☑ （放置面）：用于选择常规腔体的放置面。放置面可以是实体的任何一个表面，所选择的放置面是将要创建的腔体顶面。由于放置面是第一个操作步骤，所以选择放置面时必须考虑到其他步骤，比如由于放置面轮廓线必须投影在放置面上，因此要考虑到放置面轮廓曲线的投影方向。
  - ☑ （放置面轮廓）：用于定义放置面轮廓线，即在放置面上的顶面轮廓。可以直接从模型中选择曲线或边缘来定义放置面轮廓，也可用转换底面轮廓线的方式来定义放置面轮廓。
  - ☑ （底面）：用于定义常规腔体的底面。
  - ☑ （底面轮廓曲线）：用于定义常规腔体的底面轮廓曲线，可以直接从模型中选择曲线或边缘来定义底面轮廓曲线，也可通过转换放置面轮廓线来定义底面轮廓曲线。
  - ☑ （目标体）：用于选取目标实体，即常规腔体将在所选取的实体上创建。当目标体不是放置面所在的实体或片体时，应单击该按钮以指定放置常规腔

体的目标体。当定义面时，如果选择的第一个面为基准平面，则必须指定目标体。

- 放置面半径文本框：用于指定常规腔体的顶面与侧面间的圆角半径。可以利用其下拉列表中的选项：恒定或规律控制来决定腔体的放置面半径，其值必须大于或等于0。
- 底面半径文本框：用于指定常规腔体的底面与侧面间的圆角半径，也可以利用其下拉列表中的选项：恒定或规律控制来决定腔体的底面半径，其值必须大于或等于0。
- 拐角半径文本框：用于指定常规腔体侧边的拐角半径。
- ☑ 附着腔体复选框：选中该复选框，若目标体是片体，则创建的常规腔体为片体，并与目标片体自动缝合；若目标体是实体，则创建的常规腔体为实体，并从实体中删除常规腔体。取消该复选框，则创建的常规腔体为一个独立的实体。

4.21 垫　块

选择下拉菜单插入(I) ➞ 设计特征(E) ➞ 垫块(A)...命令（或在“特征”工具条中单击按钮），系统弹出图 4.21.1 所示的“垫块”对话框。可以创建两种类型的垫块：矩形垫块和一般垫块。

创建垫块和腔体的操作步骤基本上是一致的，惟一的区别就是一个是添加，一个是切除。其操作方法可以参考 4.20 节中创建腔体的操作方法。操作结果如图 4.21.2 所示。

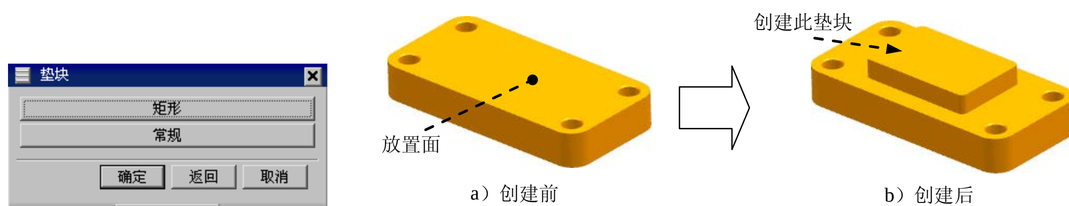


图 4.21.1　“垫块”对话框

图 4.21.2　创建垫块

4.22 键　槽

用户可以使用“键槽”命令创建一个直槽穿过实体或通到实体内部，而且在当前目标实体上自动执行布尔运算。可以创建五种类型的键槽：矩形键槽、球形键槽、U 形键槽、T 型键槽和燕尾形键槽（图 4.22.1）。下面分别详细介绍这五种键槽。

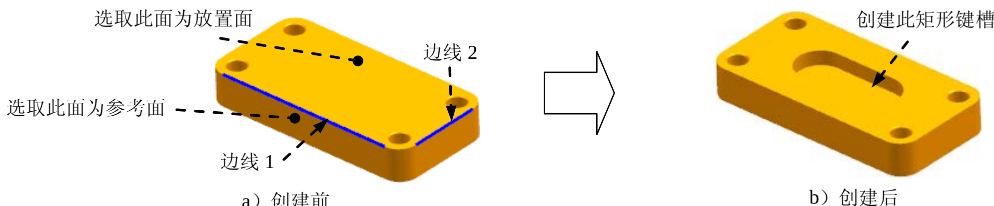


a）矩形键槽　b）球形键槽　c）U 形键槽　d）T 型键槽　e）燕尾形键槽

图 4.22.1　键槽的几种类型

1．矩形键槽

下面以图 4.22.2 所示的模型为例，说明创建矩形键槽的一般操作过程。



a）创建前　b）创建后

图 4.22.2　创建矩形键槽

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.22\RECTANGLE_SLOT.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(I) → 设计特征(E) → 键槽(L)... 命令（或在“成形特征”工具条中单击按钮），系统弹出图 4.22.3 所示的“键槽”对话框。

Step3. 选择键槽类型。在“键槽”对话框中选中 矩形槽 单选按钮，单击 确定 按钮。

Step4. 定义放置面和水平参考。选取图 4.22.2a 所示的放置面和水平参考，系统弹出图 4.22.4 所示的“矩形键槽”对话框。

说明：水平参考方向即为矩形键槽的长度方向。

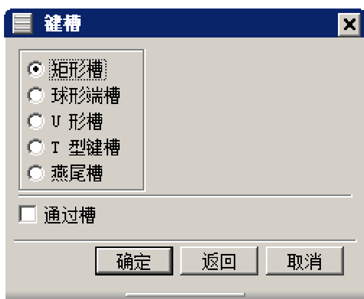


图 4.22.3　“键槽”对话框

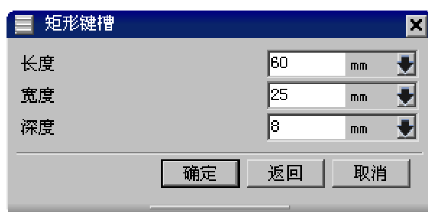


图 4.22.4　“矩形键槽”对话框

图 4.22.4 所示的“矩形键槽”对话框中各项的说明如下。

- 长度 文本框：用于设置矩形键槽的长度。按照平行于水平参考的方向测量。长度值必须是正的。
- 宽度 文本框：用于设置矩形键槽的宽度，即形成键槽的刀具宽度。
- 深度 文本框：用于设置矩形键槽的深度。按照与槽的轴相反的方向测量，是从原点到槽底面的距离。深度值必须是正的。

Step5. 定义键槽参数。在“矩形键槽”对话框中输入图 4.22.4 所示的数值，单击 确定 按钮，系统弹出“定位”对话框。

Step6. 确定放置位置。单击“定位”对话框中的按钮，选取图 4.22.2a 所示的边线 1，选取图形区中与边线 1 平行的虚线，在弹出的“创建表达式”对话框的文本框中输入数值 30，单击 确定 按钮，系统重新弹出“定位”对话框；单击按钮，选取图 4.22.2a 所示的边线 2，选取图形区中与边线 2 平行的虚线，在弹出的“创建表达式”对话框的文本框中输入数值 60，单击 确定 按钮，系统重新弹出“定位”对话框；单击 确定 按钮，完成键槽的创建。

2．球形键槽

在“键槽”对话框中选中 ⊙ 球形端槽 单选按钮，在选择放置面和指定水平参考后，系统弹出图 4.22.5 所示的“球形键槽”对话框，输入图 4.22.5 所示的参数，确定定位尺寸。创建的球形键槽如图 4.22.6 所示。

说明：水平参考方向即为球形键槽的长度方向。

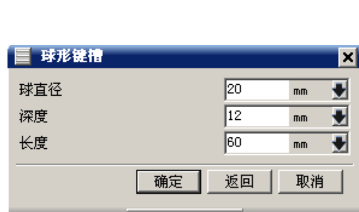


图 4.22.5 “球形键槽”对话框

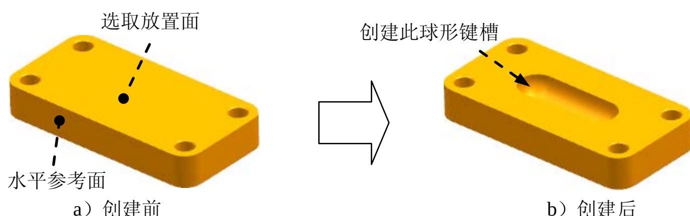


图 4.22.6 创建球形键槽

3．U 形键槽

在“键槽”对话框中选中 ⊙ U 形槽 单选按钮，在选择放置面和指定水平参考后，系统弹出图 4.22.7 所示的“U 形键槽”对话框，输入图 4.22.7 所示的参数，确定定位尺寸。创建的 U 形槽如图 4.22.8 所示。

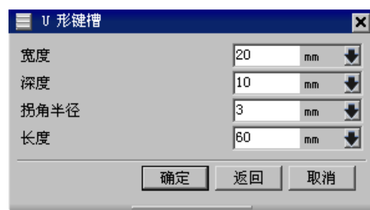


图 4.22.7 “U 形键槽”对话框

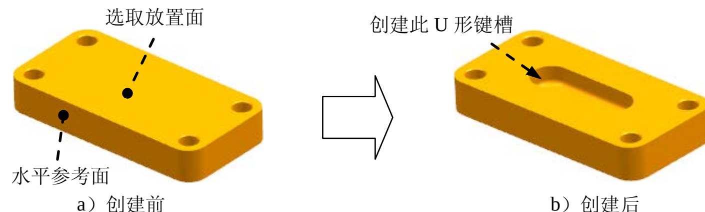


图 4.22.8 创建 U 形键槽

说明：水平参考方向即 U 形槽的长度方向。

4．T 型键槽

在“键槽”对话框中选中 ⊙ T 型键槽 单选按钮，在选择放置面和指定水平参考后，系

统弹出图 4.22.9 所示的“T 型键槽”对话框，输入图 4.22.9 所示的参数，确定定位尺寸。创建的 T 型键槽如图 4.22.10 所示。

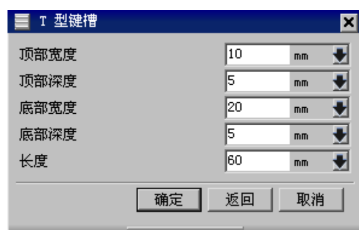


图 4.22.9　“T 型键槽”对话框

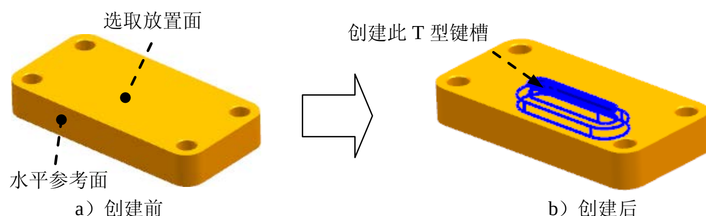


图 4.22.10　创建 T 型键槽

说明： 水平参考方向即为 T 型键槽的长度方向。

5．燕尾形键槽

在“键槽”对话框中选中 燕尾槽 单选按钮，在选择放置平面和指定水平参考后，系统弹出图 4.22.11 所示的“燕尾槽”对话框，输入图 4.22.11 所示的参数，确定定位尺寸。创建的燕尾形键槽如图 4.22.12 所示。

说明： 水平参考方向即为燕尾形键槽的长度方向。



图 4.22.11　“燕尾槽”对话框

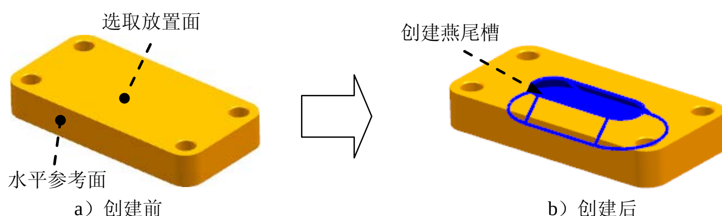


图 4.22.12　创建燕尾形键槽

4.23　槽

用户可以使用“开槽”命令在实体上创建一个沟槽，如同车削的操作一样，将一个成形工具在旋转部件上向内（从外部定位面）或向外（从内部定位面）移动来形成沟槽。在 UG NX 10.0 中可以创建三种类型的沟槽：矩形沟槽、球形沟槽和 U 形沟槽（图 4.23.1）。

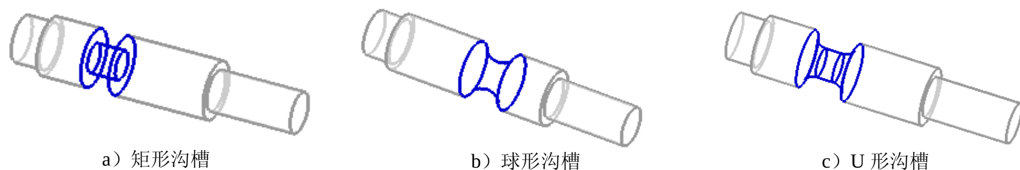


图 4.23.1　创建沟槽特征

下面以图 4.23.2 所示的矩形沟槽为例，说明创建沟槽特征的一般操作过程。

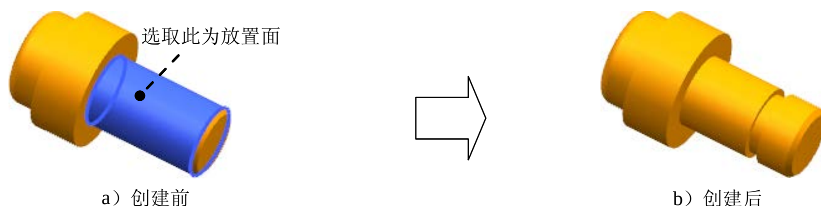


图 4.23.2　创建矩形沟槽

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.23\GROOVE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(I) → 设计特征(E) → 槽(G)... 命令（或在“成形特征”工具条中单击按钮），系统弹出“槽”对话框，如图 4.23.3 所示。

Step3. 选择槽类型。单击 矩形 按钮，系统弹出“矩形槽”对话框（一），如图 4.23.4 所示。

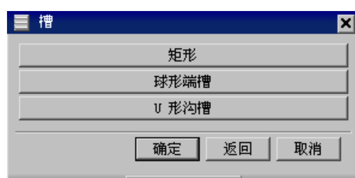


图 4.23.3　“槽”对话框

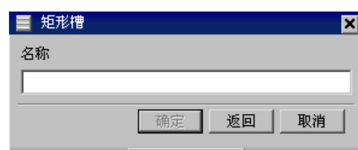


图 4.23.4　“矩形槽”对话框（一）

Step4. 定义放置面。选取图 4.23.2a 所示的放置面，此时“矩形槽”对话框如图 4.23.5 所示。

Step5. 输入参数。在“矩形槽”对话框（二）中输入图 4.23.5 所示的参数，单击 确定 按钮，系统弹出图 4.23.6 所示的“定位槽”对话框，并且沟槽预览将显示为一个圆盘，如图 4.23.7 所示。

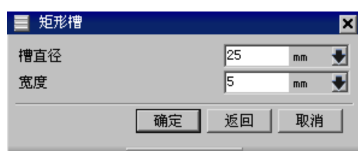


图 4.23.5　“矩形槽”对话框（二）

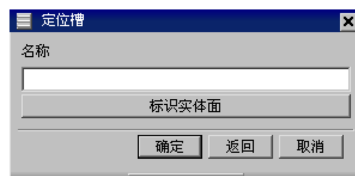


图 4.23.6　“定位槽”对话框

Step6. 定义目标边和刀具边。选取图 4.23.7 所示的目标边和刀具边，系统弹出图 4.23.8 所示的“创建表达式”对话框。

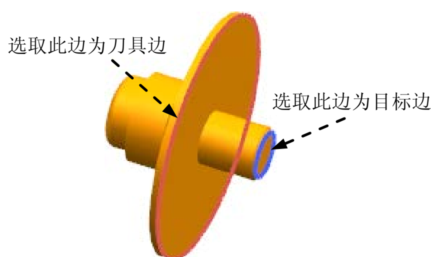
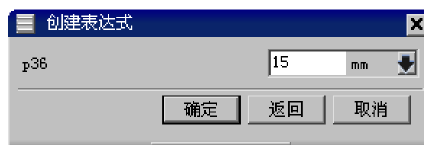


图 4.23.7　沟槽预览



4.23.8　“创建表达式”对话框

Step7. 定义表达式参数。输入定位值 15，单击 确定 按钮，完成沟槽的创建。

球形端槽和 U 形槽的创建与矩形沟槽相似，不再赘述。

关于创建沟槽的几点说明：

- 槽只能在圆柱形或圆锥形面上创建。旋转轴是选中面的轴。在选择该面的位置（选择点）附近创建槽，并自动连接到选中的面上。
- 槽的定位面可以是实体的外表面，也可以是实体的内表面。
- 槽的轮廓垂直于旋转轴，并对称于通过选择点的平面。
- 槽的定位和其他成形特征的定位稍有不同。只能在一个方向上定位槽，即沿着目标实体的轴，并且不能利用"定位"对话框定位槽，而是通过选择目标实体的一条边及工具（即槽）的边或中心线来定位槽。

4.24　三角形加强筋（肋）

用户可以使用"三角形加强筋"命令沿着两个面集的交叉曲线来添加三角形加强筋（肋）特征。要创建三角形加强筋特征，首先必须指定两个相交的面集，面集可以是单个面，也可以是多个面；其次要指定三角形加强筋的基本定位点，可以是沿着交叉曲线的点，也可以是交叉曲线和平面相交处的点。下面以图 4.24.1 所示的模型为例，说明创建三角形加强筋的一般操作过程。

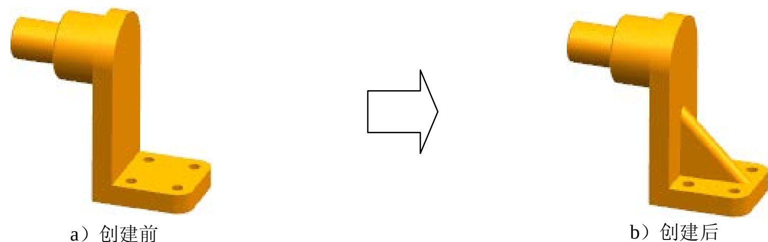


图 4.24.1　创建三角形加强筋特征

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.24\HEATEDLY.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(I) → 设计特征(E) → 三角形加强筋(D)... 命令，系统弹出图 4.24.2 所示的"三角形加强筋"对话框，可以沿着两个面的交叉曲线来添加三角形加强筋特征。

Step3. 定义面集 1。选取放置三角形加强筋的第一组面，如图 4.24.3a 所示。

Step4. 定义面集 2。单击"第二组"按钮 （图 4.24.2），选取放置三角形加强筋的第二组面，如图 4.24.3b 所示，系统出现加强筋的预览。

Step5. 在 方法 下拉列表中选择 沿曲线 方式。

Step6. 定义放置位置。在“三角形加强筋”对话框中选中 ◉ 弧长百分比 单选按钮，输入需要放置加强筋的位置值 50（放在正中间）。

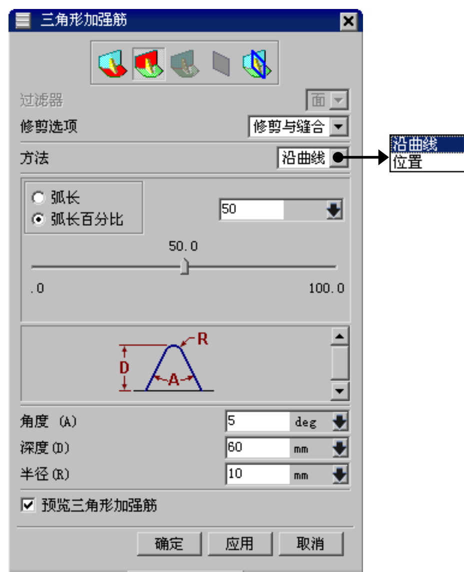
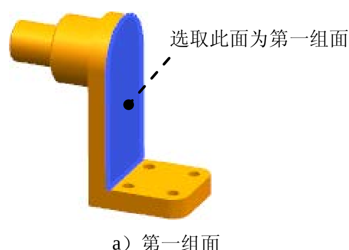
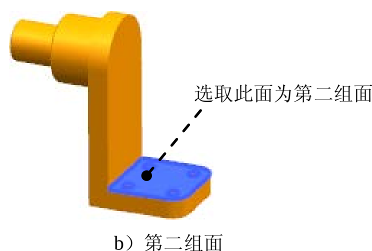


图 4.24.2 “三角形加强筋”对话框



a）第一组面



b）第二组面

图 4.24.3 选取放置面

Step7. 输入参数。在尺寸区域中的文本框中分别输入角度数值 5，深度数值 60，半径数值 10。

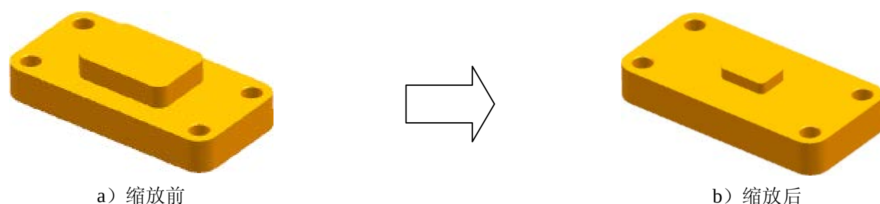
Step8. 单击 确定 按钮，完成三角形加强筋特征的创建。

图 4.24.2 所示的“三角形加强筋”对话框中主要选项的说明如下。

- 选择步骤：用于选择操作步骤。
  - ☑ （第一组）：用于选择第一组面。可以为面集选择一个或多个面。
  - ☑ （第二组）：用于选择第二组面。可以为面集选择一个或多个面。
  - ☑ （位置曲线）：用于在有多条可能的曲线时选择其中一条位置曲线。
  - ☑ （位置平面）：用于选择相对于平面或基准平面的三角形加强筋特征的位置。
  - ☑ （方位平面）：用于对三角形加强筋特征的方位选择平面。
- 方法 区域：用于定义三角形加强筋的位置。
  - ☑ 沿曲线：在交叉曲线的任意位置交互式地定义三角形加强筋基点。
  - ☑ 位置：定义一个可选方式，以查找三角形加强筋的位置，即可以输入坐标或单击位置平面、方位平面。
- ◉ 弧长百分比 单选按钮：用于选择加强筋在交叉曲线上的位置。
- 尺寸区域：用于指定三角形加强筋特征的尺寸。

4.25 缩　　放

使用“缩放体”命令可以在“工作坐标系”（WCS）中按比例缩放实体和片体。可以使用均匀比例，也可以在 XC、YC 和 ZC 方向上独立地调整比例。比例类型有均匀、轴对称和通用比例。下面以图 4.25.1 所示的模型，说明使用“缩放体”命令的一般操作过程。



a）缩放前　　b）缩放后

图 4.25.1　缩放操作

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.25\SCALE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 缩放体(S)... 命令，系统弹出图 4.25.2 所示的“缩放体”对话框。

图 4.25.2 所示的“缩放体”对话框中有关选项的说明如下。

- 类型 区域：比例类型有四个基本选择步骤，但对每一种比例“类型”方法而言，不是所有的步骤都可用。
  - ☑ 均匀：在所有方向上均匀地按比例缩放。
  - ☑ 轴对称：以指定的比例因子（或乘数）沿指定的轴对称缩放。
  - ☑ 常规：在 X、Y 和 Z 三个方向上以不同的比例因子缩放。
- （选择体）：允许用户为比例操作选择一个或多个实体或片体。三种“类型”方法都要求此步骤。

Step3. 选择类型。在 类型 区域中选择 均匀 选项（图 4.25.2）。

Step4. 定义“缩放体”对象。选择图 4.25.3 所示的体。

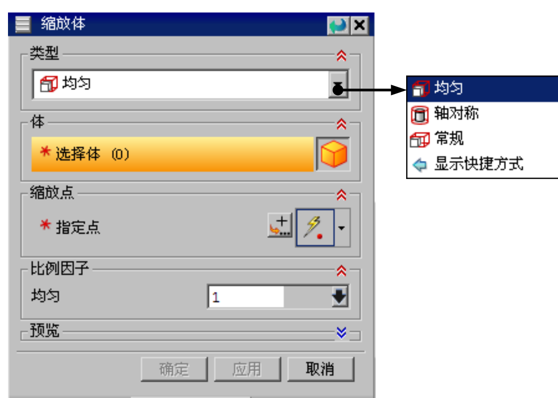


图 4.25.2　“缩放体”对话框

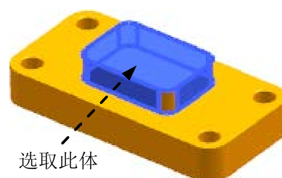


图 4.25.3　选择体

Step5. 定义参考点。单击按钮，在系统弹出的“点”对话框的ZC文本框中输入值 18。

Step6. 输入参数。在均匀文本框中输入比例因子 0.5，单击应用按钮，完成均匀比例操作。

4.26 模型的关联复制

模型的关联复制主要包括抽取几何特征(E)...和阵列特征(A)...两种，这两种方式都是对已有的模型特征进行操作，可以创建与已有模型特征相关联的目标特征，从而减少许多重复的操作，节约大量的时间。

4.26.1 抽取几何特征

抽取几何特征用来创建所选取特征的关联副本。抽取几何特征操作的对象包括复合曲线、点、面、面区域和体等。如果抽取一个面或一个区域，则创建一个片体；如果抽取一个体，则新体的类型将与原先的体相同（实体或片体）。当更改原来的特征时，可以决定抽取后得到的特征是否需要更新。在零件设计中，常会用到抽取模型特征的功能，它可以充分地利用已有的模型，大大地提高工作效率。下面以几个实例说明如何进行抽取几何特征操作。

1. 抽取面特征

图 4.26.1 所示的抽取面的操作过程如下（图 4.26.1b 中的实体模型已被隐藏）。

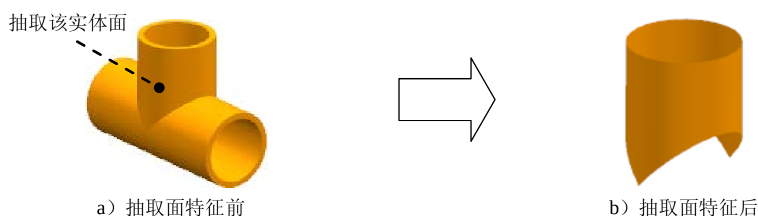


图 4.26.1 抽取面

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.26.01\EXTRACTED_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 关联复制(A) → 抽取几何特征(E)...命令，系统弹出图 4.26.2 所示的“抽取几何特征”对话框。

Step3. 定义抽取类型。在类型下拉列表中选取面选项。

Step4. 定义抽取对象范围。在面选项下拉列表中选取单个面选项，选取图 4.26.3 所示的面，其他设置如图 4.26.2 所示。

Step5. 单击 < 确定 > 按钮，完成对面的抽取。

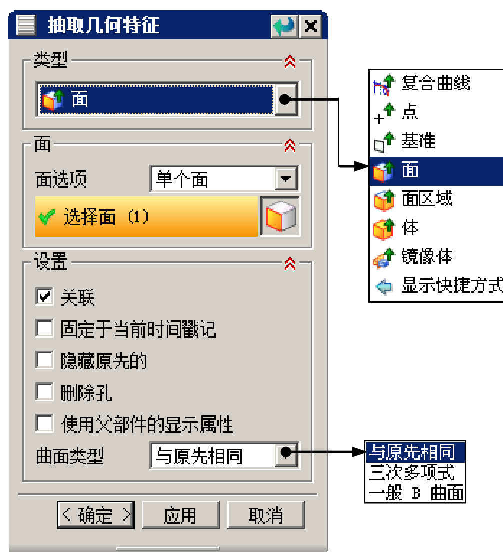


图 4.26.2　“抽取几何特征”对话框

图 4.26.2 所示的“抽取几何特征”对话框中部分选项功能的说明如下。

- 类型下拉列表：用于选择生成曲面的类型。
  - ☑ 复合曲线：用来复制实体上的边线或要抽取的曲线。
  - ☑ 点：用来复制点对象。
  - ☑ 基准：用来复制基准对象。
  - ☑ 面：用于从实体或片体模型中抽取曲面特征，能生成三种类型的曲面。
  - ☑ 面区域：抽取区域曲面时，通过定义种子曲面和边界曲面来创建片体，创建的片体是从种子面开始向四周延伸到边界面的所有曲面构成的片体（其中包括种子曲面，但不包括边界曲面）。
  - ☑ 体：用于生成与整个所选特征相关联的实体。
  - ☑ 镜像体：用来对选定的对象进行镜像操作。
- 面选项下拉列表：用于选择生成曲面的类型。
  - ☑ 单个面：用于从模型中选取单独面进行抽取（可以是多个单独面）。
  - ☑ 面与相邻面：定义一个面从而选中与它相连的面进行抽取。
  - ☑ 体的面：定义抽取对象未选取体的表面。
- ☐ 删除孔：用于表示是否删除选择曲面中的破孔（即未连接面）。
- ☐ 固定于当前时间戳记：用于决定在改变特征编辑过程中，是否影响在此之前发生的特征抽取。
- ☐ 隐藏原先的：用于决定在生成抽取特征时，是否隐藏原来的实体。

- ☑ 使用父部件的显示属性：选中该复选框，则父特征显示该抽取特征，子特征也显示，父特征隐藏该抽取特征，子特征也隐藏。
- 曲面类型下拉列表：用于选择生成曲面的类型。
  - ☑ 与原先相同：用于从模型中抽取的曲面特征保留原来的曲面类型。
  - ☑ 三次多项式：用于将模型的选中面抽取为三次多项式自由曲面类型。
  - ☑ 一般 B 曲面：用于将模型的选中面抽取为一般的自由曲面类型。

2．抽取面区域特征

抽取区域特征用于创建一个片体，该片体是一组和“种子面”相关的且被边界面限制的面。

用户根据系统提示选取种子面和边界面后，系统会自动选取从种子面开始向四周延伸直到边界面的所有曲面（包括种子面，但不包括边界面）。

抽取区域特征的具体操作在后面的“曲面的复制”中有详细的介绍，在此就不再赘述。

3．抽取体特征

抽取几何特征可以创建整个体的关联副本，并将各种特征添加到抽取体特征上，而不在原先的体上出现。当更改原先的体时，还可以决定“抽取几何特征”特征是否更新。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.26.01\EXTRACTED_02.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 抽取几何特征(E)... 命令，系统弹出“抽取几何特征”对话框。

Step3．定义抽取对象。在类型下拉列表中选取 体 选项，选取图 4.26.4 所示的体特征。

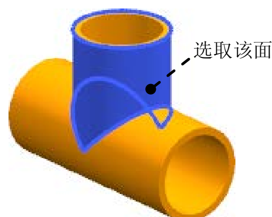


图 4.26.3　选取面特征

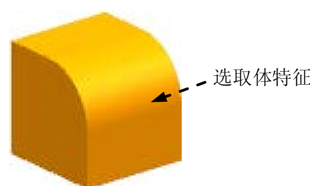


图 4.26.4　选取体特征

Step4．隐藏源特征。选中 ☑ 隐藏原先的 复选框，单击 < 确定 > 按钮，完成对体特征的抽取。结果如图 4.26.1a 所示（建模窗口中所显示特征是原来特征的关联副本）。

注意：所抽取的体特征与原特征相互关联，类似于复制功能。

4．复合曲线特征

复合曲线用来复制实体上的边线和要抽取的曲线。下面以图 4.26.5 所示的模型，说明使用“复合曲线”命令的一般操作过程。

图 4.26.5 所示的抽取曲线的操作过程如下（图 4.26.5b 中的实体模型已被隐藏）。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.26.01\RECTANGULAR.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 抽取几何特征(E)... 命令，系统弹出“抽取几何特征”对话框。

Step3. 定义抽取类型。在 类型 下拉列表中选取 复合曲线 选项，选取图 4.26.6 所示的曲线对象。

Step4. 单击 < 确定 > 按钮，完成复合曲线特征的创建。

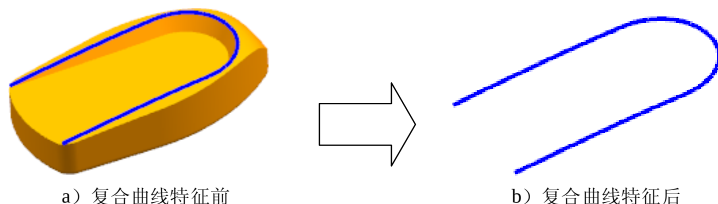


图 4.26.5　复合曲线特征

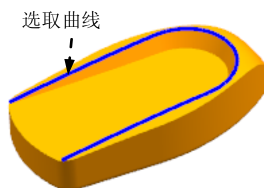


图 4.26.6　选取曲线特征

4.26.2　阵列特征

“阵列特征”操作是对模型特征的关联复制，类似于副本。可以生成一个或者多个特征组，而且对于一个特征来说，其所有的实例都是相互关联的，可以通过编辑原特征的参数来改变其所有的实例。阵列特征功能可以定义线性阵列、圆形阵列、多边形阵列、螺旋式阵列、沿曲线阵列、常规阵列和参考阵列等。

1．线性阵列

线性阵列功能可以把一个或者多个所选的模型特征生成实例的线性阵列。下面以一个范例说明创建线性阵列的过程，如图 4.26.7 所示。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.26.02\ARRAY_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 阵列特征(A)... 命令，系统弹出图 4.26.8 所示的“阵列特征”对话框。

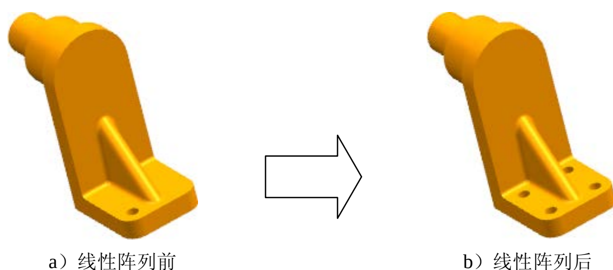
Step3. 定义阵列对象。在 阵列定义 的 布局 下拉列表中选择 线性，选取孔特征为要复制的特征。

Step4. 定义方向 1 阵列参数。在“阵列特征”对话框的 方向 1 区域中单击 按钮，选择 XC 轴为第一阵列方向；在 间距 下拉列表中选择 数量和节距 选项，然后在 数量 文本框中输入阵列数量为 2，在 节距 文本框中输入阵列节距为 63。

Step5. 定义方向 2 阵列参数。在对话框的 方向 2 区域中选中 ☑ 使用方向 2 复选框，然后单击 按钮，选择 YC 轴为第二阵列方向；在 间距 下拉列表中选择 数量和节距 选项，然后在

数量文本框中输入阵列数量为 2，在节距文本框中输入阵列节距为 57.5。

Step6. 单击确定按钮，完成线性阵列的创建。



a）线性阵列前　　b）线性阵列后

图 4.26.7　创建线性阵列

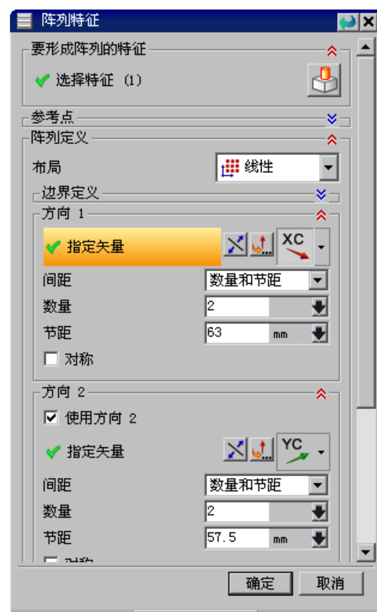


图 4.26.8　“阵列特征”对话框

图 4.26.8 所示的“阵列特征”对话框中部分选项功能的说明如下。

- 布局下拉列表：用于定义阵列方式。
  - ☑ 线性选项：选中此选项，可以根据指定的一个或两个线性方向进行阵列。
  - ☑ 圆形选项：选中此选项，可以绕着一根指定的旋转轴进行圆形阵列，阵列实例绕着旋转轴圆周分布。
  - ☑ 多边形选项：选中此选项，可以沿着一个正多边形进行阵列。
  - ☑ 螺旋式选项：选中此选项，可以沿着螺旋线进行阵列。
  - ☑ 沿选项：选中此选项，可以沿着一条曲线路径进行阵列。
  - ☑ 常规选项：选中此选项，可以根据空间的点或由坐标系定义的位置点进行阵列。
  - ☑ 参考选项：选中此选项，可以参考模型中已有的阵列方式进行阵列。
- 间距下拉列表：用于定义各阵列方向的数量和间距。
  - ☑ 数量和节距选项：选中此选项，通过输入阵列的数量和每两个实例的中心距离进行阵列。
  - ☑ 数量和跨距选项：选中此选项，通过输入阵列的数量和每两个实例的间距进行阵列。
  - ☑ 节距和跨距选项：选中此选项，通过输入阵列的数量和每两个实例的中心距离

及间距进行阵列。

☑ 列表选项：选中此选项，通过定义的阵列表格进行阵列。

2．圆形阵列

圆形阵列功能可以把一个或者多个所选的模型特征生成实例的圆周阵列。下面以一个范例来说明创建圆形实例阵列的过程，如图 4.26.9 所示。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.26.02\ARRAY_02.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) ▸ → 阵列特征(A)... 命令，系统弹出“阵列特征”对话框。

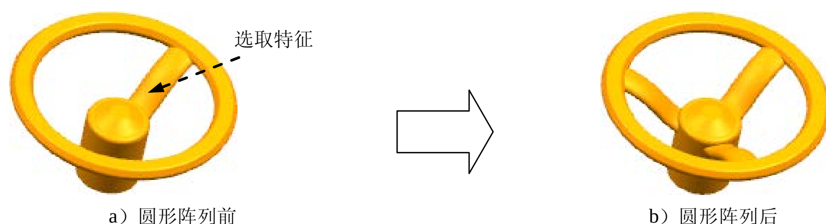


图 4.26.9　创建圆形阵列

Step3．选取阵列的对象。在特征树中选取扫掠特征为要阵列的特征。

Step4．定义阵列方法。在对话框的 布局 下拉列表中选择 圆形 选项。

Step5．定义旋转轴和中心点。在对话框的 旋转轴 区域中单击 * 指定矢量 后面的 ZC 按钮，选择 ZC 轴为旋转轴，然后选取坐标系原点为指定点。

Step6．定义阵列参数。在对话框 角度方向 区域的 间距 下拉列表中选择 数量和跨距 选项，然后在 数量 文本框中输入阵列数量为 3，在 节距角 文本框中输入阵列角度为 360。

Step7．单击 确定 按钮，完成圆形阵列的创建。

4.26.3　镜像特征

1．镜像单个特征

镜像单个特征功能可以将所选的特征相对于一个平面或基准平面（称为镜像中心平面）进行镜像，从而得到所选特征的一个副本。使用此命令时，镜像平面可以是模型的任意表面，也可以是基准平面。下面以一个范例来说明创建镜像单个特征的一般过程，如图 4.26.10 所示。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.26.03\MIRROR.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) ▸ → 镜像特征(M)... 命令，系统弹出“镜像特征”对话框。

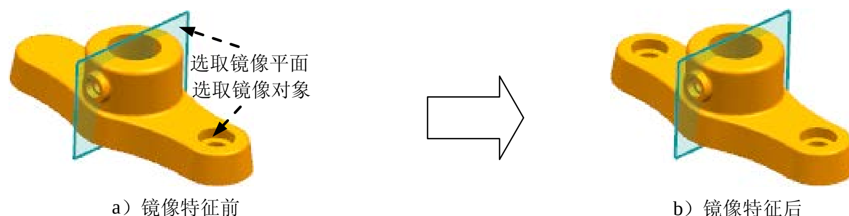


图 4.26.10　镜像特征

Step3. 定义镜像对象。选取图 4.26.10a 所示的孔特征为要镜像的特征。

Step4. 定义镜像基准面。在 平面 列表中选择现有平面选项，单击“平面”按钮，选取图 4.26.10a 所示的基准平面为镜像平面。

Step5. 单击对话框中的确定按钮，完成镜像特征的操作。

2. 镜像多个特征

镜像多个特征命令可以以基准平面为对称面镜像部件中的多个特征，其镜像基准面只能是基准平面。下面以一个范例来说明创建镜像多个特征的一般过程，如图 4.26.11 所示。

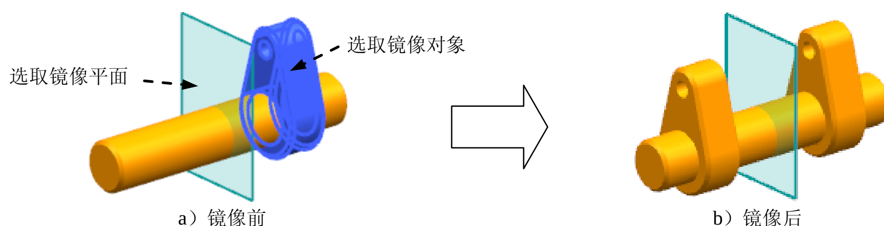


图 4.26.11　镜像多个特征

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.26.03\MIRROR_BODY.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) ▸ → 镜像特征(M)... 命令，系统弹出“镜像特征”对话框。

Step3. 定义镜像对象。选取图 4.26.11a 所示的拉伸特征、孔特征与倒斜角特征为要镜像的特征。

Step4. 定义镜像基准面。单击“平面”按钮，选取图 4.26.11a 所示的基准平面为镜像平面。

Step5. 单击对话框中的确定按钮，完成镜像多个特征的操作。

4.27　特征的变换

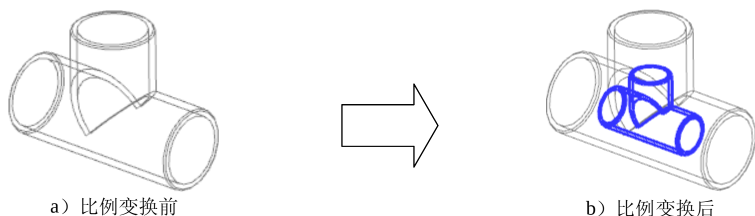
“变换”命令允许用户进行平移、旋转、比例或复制等操作，但是不能用于变换视图、布局、图样或当前的工作坐标系。通过变换生成的特征与源特征不相关联。

选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 变换(M)... 命令（或单击 按钮），系统弹出“类选择”对话框，选取特征后，单击 确定 按钮，系统弹出“变换”对话框。

说明：如果在选择 变换(M)... 命令之前，已经在图形区选取了某对象，则选择 变换(M)... 命令后，系统直接弹出“变换”对话框。

4.27.1　比例变换

比例变换用于对所选对象进行成比例的放大或缩小。下面以一个范例来说明比例变换的操作步骤，如图 4.27.1 所示。



a）比例变换前　　b）比例变换后

图 4.27.1　比例变换

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.27\ZOOM.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 变换(M)... 命令，系统弹出图 4.27.2 所示的“变换”对话框（一），在图形区选取图 4.27.1a 所示的特征后，单击 确定 按钮，系统弹出图 4.27.3 所示的“变换”对话框（二）。

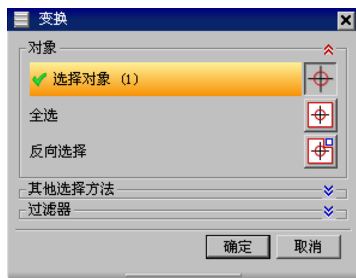


图 4.27.2　“变换”对话框（一）

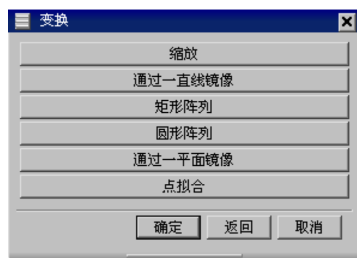


图 4.27.3　“变换”对话框（二）

Step3. 根据系统 选择选项 的提示，单击 缩放 按钮，系统弹出“点”对话框。

Step4. 以系统默认的点作为参考点，单击 确定 按钮，此时“变换”对话框如图 4.27.4 所示。



图 4.27.4　“变换”对话框（三）

图 4.27.3 所示的“变换”对话框（二）中按钮的功能说明如下。

- 缩放 按钮：通

过指定参考点和缩放类型及缩放比例值来缩放对象。

- 通过一直线镜像 按钮：通过指定一直线为镜像中心线来复制选择的特征。
- 矩形阵列 按钮：对选定的对象进行矩形阵列操作。
- 圆形阵列 按钮：对选定的对象进行圆形阵列操作。
- 通过一平面镜像 按钮：通过指定一平面为镜像中心线来复制选择的特征。
- 点拟合 按钮：将对象从引用集变换到目标点集。

Step5. 定义比例参数。在 缩放 文本框中输入数值 0.5，单击 确定 按钮，此时“变换”对话框如图 4.27.5 所示。

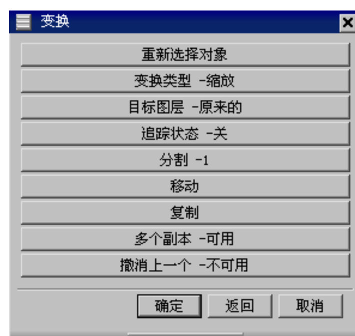


图 4.27.5 “变换”对话框（四）

图 4.27.4 所示的“变换”对话框（三）中按钮的功能说明如下。

- 缩放 文本框：在此文本框中输入要缩放的比例值。
- 非均匀比例 按钮：此按钮用于对模型的非均匀比例缩放设置。单击此按钮，系统弹出图 4.27.6 所示的“变换”对话框（五），在此对话框中的 XC-比例、YC-比例和 ZC-比例 文本框中分别输入各自方向上要缩放的比例值。

图 4.27.5 所示的“变换”对话框（四）中按钮的功能说明如下。

- 重新选择对象 按钮：用于通过“类选择”工具条来重新选择对象。
- 变换类型 -缩放 按钮：用于修改变换的方法。
- 目标图层 -原来的 按钮：用于在完成变换以后，选择生成的对象所在的图层。
- 追踪状态 -关 按钮：用于设置跟踪变换的过程，但是对于原对象是实体、片体或边界时不可用。
- 分割 -1 按钮：用于把变换的距离、角度分割成相等的等份。
- 移动 按钮：用于移动对象的位置。
- 复制 按钮：用于复制对象。

- 多个副本 -可用 按钮：用于复制多个对象。
- 撤消上一个 -不可用 按钮：用于取消刚建立的变换。

Step6. 根据系统 选择操作 的提示，单击 移动 按钮，系统弹出图 4.27.7 所示的“变换”对话框（六）。

Step7. 单击 移除参数 按钮，系统返回到“变换”对话框（四）。单击 取消 按钮，关闭“变换”对话框（四），完成比例变换的操作。

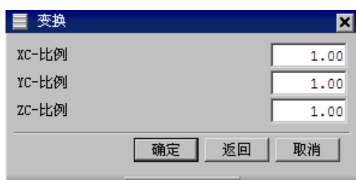


图 4.27.6　“变换”对话框（五）

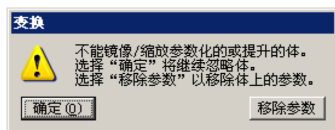


图 4.27.7　“变换”对话框（六）

4.27.2　通过一直线作镜像

用直线作镜像是指将所选模型相对于选定的一条直线（镜像中心线）作镜像。下面以一个范例来说明用直线作镜像的操作步骤，如图 4.27.8 所示。

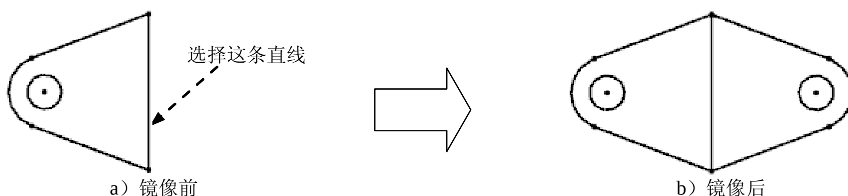


图 4.27.8　用直线作镜像

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.27\MIRROR.prt。

Step2. 双击已有草图，进入草绘环境。选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 变换(M)... 命令，选取图 4.27.8a 所示除镜像线以外的所有边线，单击 确定 按钮，系统弹出“变换”对话框（二），如图 4.27.3 所示。

Step3. 定义镜像中心线。在“变换”对话框（二）中单击 通过一直线镜像 按钮，系统弹出“变换”对话框（七），如图 4.27.9 所示，单击 现有的直线 按钮，系统弹出 4.27.10 所示的“变换”对话框（八），选取图 4.27.8a 所示的直线，系统弹出图 4.27.11 所示的“变换”对话框（九）。

图 4.27.9 所示的“变换”对话框（七）中各按钮的功能说明如下。

- 两点 按钮：选中两个点，该两点之间的连线即为参考线。
- 现有的直线 按钮：选取已有的一条直线作为参考线。
- 点和矢量 按钮：选取一点，再指定一个矢量，将通过给定的点

的矢量作为参考线。

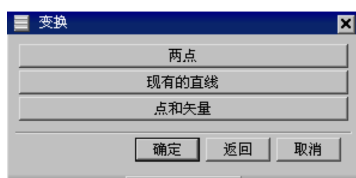


图 4.27.9 “变换”对话框（七）

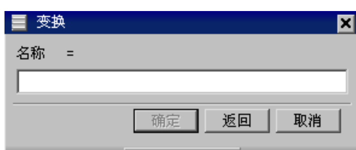


图 4.27.10 “变换”对话框（八）

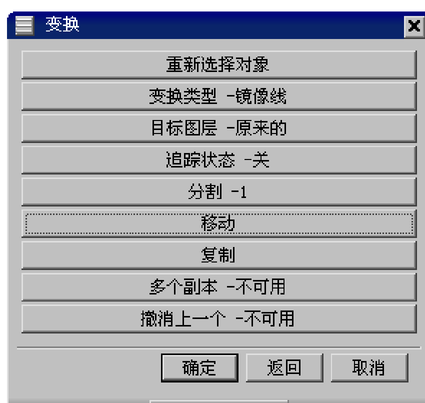


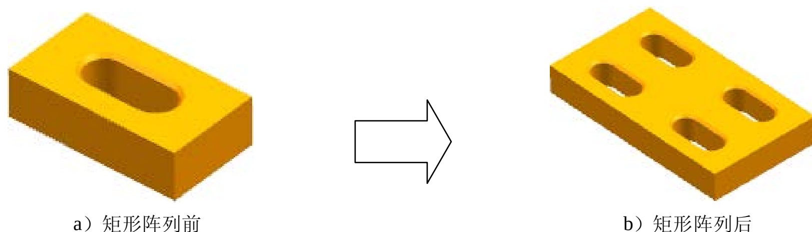
图 4.27.11 “变换”对话框（九）

Step4. 根据系统**选择操作**的提示，单击 复制 按钮，完成通过一直线作镜像的操作。

Step5. 单击 取消 按钮，关闭“变换”对话框（九）。

4.27.3 变换命令中的矩形阵列

矩形阵列主要用于将选中的对象从指定的原点开始，沿所给方向生成一个等间距的矩形阵列，下面以一个范例来说明使用变换命令中的矩形阵列的操作步骤，如图 4.27.12 所示。



a）矩形阵列前　　b）矩形阵列后

图 4.27.12 矩形阵列

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.27\RECTANGLE_ARRAY.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 变换(M)... 命令，系统弹出“变换”对话框，选取整个模型，单击 确定 按钮，系统弹出“变换”对话框。

Step3. 根据系统**选择选项**的提示，在“变换”对话框中单击 矩形阵列 按钮，系统弹出“点”对话框。

Step4. 根据系统**选择对象以自动判断点，或单击“确定”以在坐标位置指定点**的提示，在图形区选取坐标原点为矩形阵列参考点，根据系统**选择对象以自动判断点，或单击“确定”以在坐标位置指定点**的提示，再次选取原点为阵列原点，此时弹出“变换”对话框（十），如图 4.27.13

所示。

Step5. 定义阵列参数。在“变换”对话框（十）中输入变换参数（图 4.27.13），单击确定按钮，此时弹出“变换”对话框（十一），如图 4.27.14 所示。

Step6. 根据系统选择操作的提示，单击复制按钮，完成矩形阵列操作。

Step7. 单击取消按钮，关闭“变换”对话框（十一）。

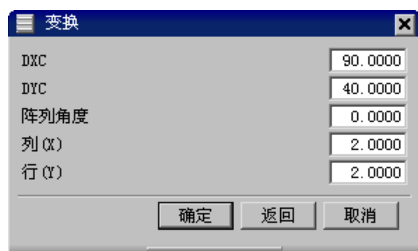


图 4.27.13　“变换”对话框（十）

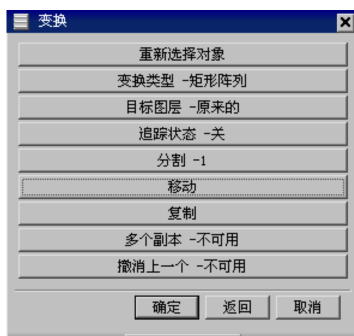


图 4.27.14　“变换”对话框（十一）

图 4.27.13 所示的“变换”对话框（十）中各文本框的功能说明如下。

- DXC文本框：表示沿 XC 方向上的间距。
- DYC文本框：表示沿 YC 方向上的间距。
- 阵列角度文本框：生成矩形阵列所指定的角度。
- 列(X)文本框：表示在 XC 方向上特征的个数。
- 行(Y)文本框：表示在 YC 方向上特征的个数。

4.27.4　变换命令中的圆形阵列

圆形阵列用于将选中的对象从指定的原点开始，绕阵列的中心生成一个等角度间距的圆形阵列，下面以一个范例来说明使用变换命令中的圆形阵列的操作步骤，如图 4.27.15 所示。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.27\ROUND_ARRAY.prt。

Step2. 选择下拉菜单编辑(E) ➡ 变换(M)...命令，系统弹出“变换”对话框（一），如图 4.27.2 所示，选取图 4.27.15 所示的模型，单击确定按钮，系统弹出“变换”对话框（二），如图 4.27.3 所示。

Step3. 根据系统选择选项提示，在“变换”对话框（二）中单击圆形阵列按钮，系统弹出“点”对话框。

Step4. 在“点”对话框中设置圆形阵列参考点的坐标值为（0，0，0），阵列原点的坐

标值为（0，0，0），单击 确定 按钮，系统弹出图 4.27.16 所示的“变换”对话框（十二）。

Step5. 定义阵列参数。在“变换”对话框（十二）中输入所需参数（图 4.27.16），单击 确定 按钮，系统弹出“变换”对话框（十一）。

Step6. 根据系统 选择操作 的提示，单击 复制 按钮，完成圆形阵列操作。

Step7. 单击 取消 按钮，关闭“变换”对话框（十一）。

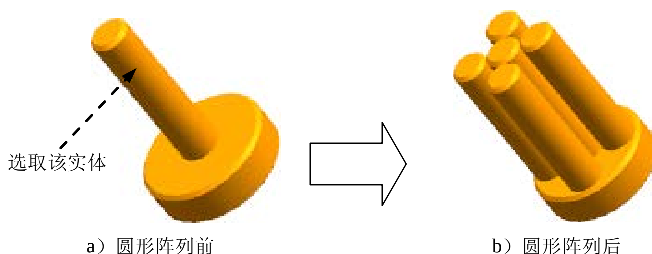


图 4.27.15 圆形阵列

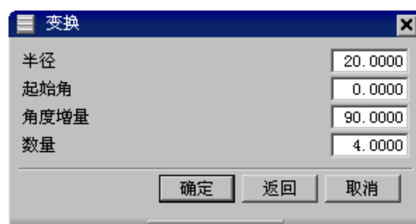


图 4.27.16 “变换”对话框（十二）

图 4.27.16 所示的“变换”对话框（十二）中各文本框的功能说明如下。

- 半径 文本框：用于设置圆形阵列的半径。
- 起始角 文本框：用于设置圆形阵列的起始角度。
- 角度增量 文本框：用于设置圆形阵列中角度的增量。
- 数量 文本框：用于设置圆形阵列中特征的个数。

4.28 UG 零件设计实际应用 1——电器盖

应用概述：

本应用介绍了电器盖的设计过程。通过练习本例，读者可以掌握实体的拉伸、拔模、镜像、扫掠、倒圆角和抽壳等特征的应用。在创建特征的过程中，需要注意特征的创建顺序。零件模型及模型树如图 4.28.1 所示。

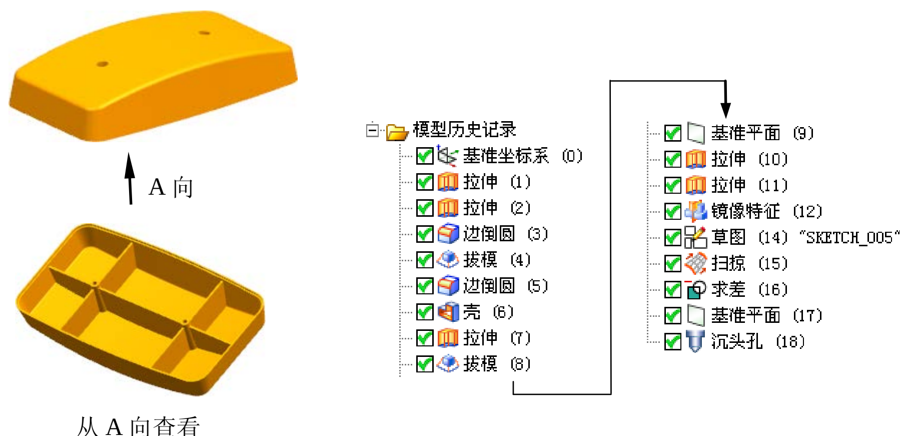
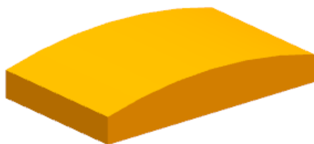


图 4.28.1 零件模型与模型树

Step1. 新建文件。选择下拉菜单 文件(F) ➡ 新建(N)... 命令，系统弹出“新建”对话框。在 模型 选项卡的 模板 区域中选取模板类型为 模型，在 名称 文本框中输入文件名称 ELE_COVER，单击 确定 按钮，进入建模环境。

Step2. 创建图 4.28.2 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 拉伸(E)... 命令；选取 XZ 平面为草图平面，绘制图 4.28.3 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 对称值 选项，在其下的 距离 文本框中输入值 32；单击 < 确定 > 按钮，完成拉伸特征 1 的创建。

Step3. 创建图 4.28.4 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 拉伸(E)... 命令；选取 XY 平面为草图平面，绘制图 4.28.5 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，在其下的 距离 文本框中输入值 0；在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 贯通 选项；在 布尔 区域中选择 求差 选项，采用系统默认的求差对象。


图 4.28.2　拉伸特征 1

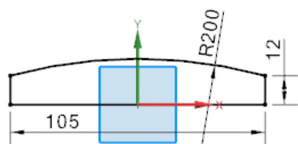


图 4.28.3　截面草图


图 4.28.4　拉伸特征 2

Step4. 创建图 4.28.6 所示的边倒圆特征 1。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 细节特征(L) ➡ 边倒圆(E)... 命令；选取图 4.28.6a 所示的四条边线为边倒圆参照，在 半径 1 文本框中输入数值 8；单击 < 确定 > 按钮，完成边倒圆特征 1 的创建。

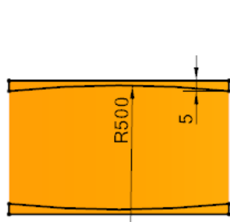


图 4.28.5　截面草图

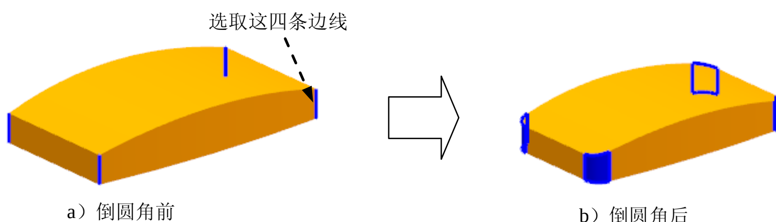


图 4.28.6　边倒圆特征 1

Step5. 创建图 4.28.7 所示的拔模特征。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 细节特征(L) ➡ 拔模(T)... 命令；在 类型 下拉列表中选择 从平面或曲面 选项；选取 Z 轴方向作为开模方向；选取模型的下底面作为拔模固定平面；选取模型的侧面（共八个）作为要加拔模角的面；输入拔模角度值 10；单击 < 确定 > 按钮，完成拔模操作。

Step6. 创建图 4.28.8 所示的边倒圆特征 2。选取图 4.28.8a 所示的边链为边倒圆参照，在 半径 1 文本框中输入数值 2。

Step7. 创建图 4.28.9 所示的抽壳特征 1。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 偏置/缩放(O) ➡ 抽壳(H)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 移除面，然后抽壳 选项；选取图

4.28.10 所示的面为移除面，并在厚度文本框中输入值 1.2，采用系统默认方向；单击< 确定 >按钮，完成抽壳特征的创建。

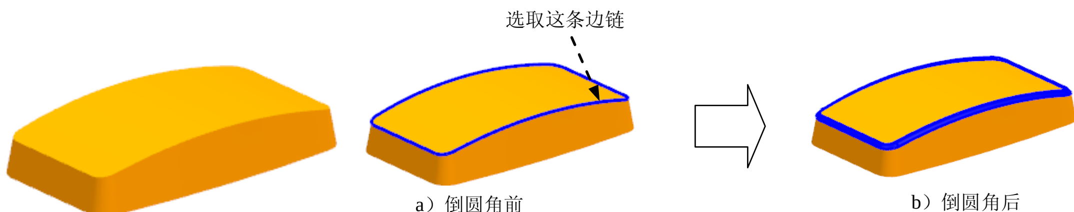


图 4.28.7　拔模特征

图 4.28.8　边倒圆特征 2

Step8. 创建图 4.28.11 所示的拉伸特征 3。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 XY 平面为草图平面，绘制图 4.28.12 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，在其下的距离文本框中输入值 0；在限制区域的结束下拉列表中选择直至下一个选项；在布尔区域中选择求和选项，采用系统默认的求和对象。

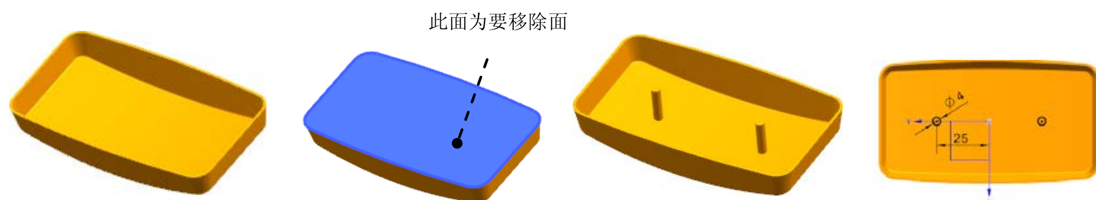


图 4.28.9　抽壳特征 1　　图 4.28.10　选取移除面　　图 4.28.11　拉伸特征 3　　图 4.28.12　截面草图

Step9. 创建图 4.28.13 所示的拔模特征。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 拔模(T)... 命令；在类型下拉列表中选择从平面或曲面选项。选取-ZC 方向作为开模方向；选取图 4.28.13 所示的模型表面作为拔模固定平面；选取图 4.28.14 所示的面作为要加拔模角的面；输入拔模角度值 3。

Step10. 创建图 4.28.15 所示的基准平面 1。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令；在类型区域的下拉列表中选择自动判断选项，选取 XY 基准平面，在距离文本框中输入值 2；单击< 确定 >按钮，完成基准平面 1 的创建。

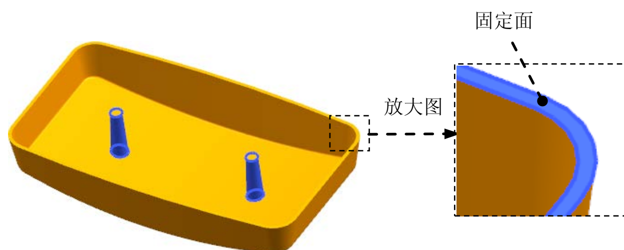


图 4.28.13　拔模特征

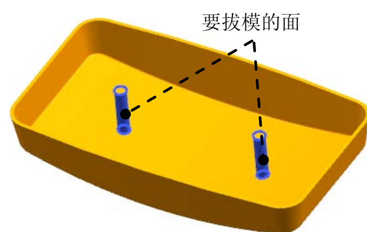


图 4.28.14　定义拔模面

Step11. 创建图 4.28.16 所示的拉伸特征 4。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取基准平面 1 为草图平面，绘制图 4.28.17 所示的截面草图；在偏置

区域的偏置文本框中选择对称选项；在结束文本框中输入值 0.5；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，在其下的距离文本框中输入值 0；在限制区域的结束下拉列表中选择直至下一个选项；在布尔区域中选择求和选项，采用系统默认的求和对象。

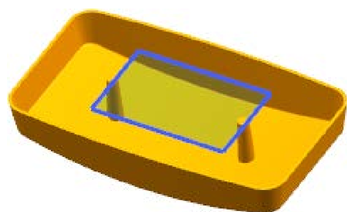


图 4.28.15　基准平面 1

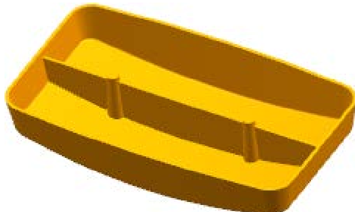


图 4.28.16　拉伸特征 4

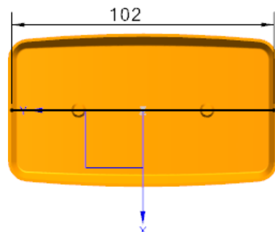


图 4.28.17　截面草图

Step12. 创建图 4.28.18 所示的拉伸特征 5。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令；选取基准平面 1 为草图平面，绘制图 4.28.19 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，在其下的距离文本框中输入值 0；在限制区域的结束下拉列表中选择直至下一个选项；在偏置区域的偏置文本框中选择对称选项，在结束文本框中输入值 0.5；在布尔区域中选择求和选项，采用系统默认的求和对象。

Step13. 创建图 4.28.20 所示的镜像特征 1。选择下拉菜单插入(S) → 关联复制(A) → 镜像特征(M)...命令；选取 Step12 中所创建的拉伸特征 5 为镜像特征；选取 YZ 基准平面为镜像平面；单击确定按钮，完成镜像特征 1 的创建。



图 4.28.18　拉伸特征 5

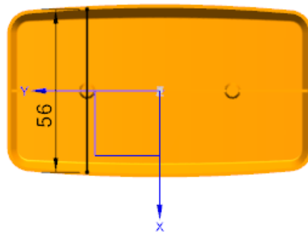


图 4.28.19　截面草图

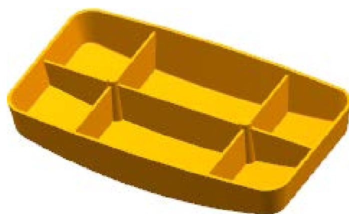


图 4.28.20　镜像特征 1

Step14. 创建图 4.28.21 所示的草图 1。选择下拉菜单插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)...命令；选取 XZ 基准平面为草图平面，绘制图 4.28.21 所示的草图 1。

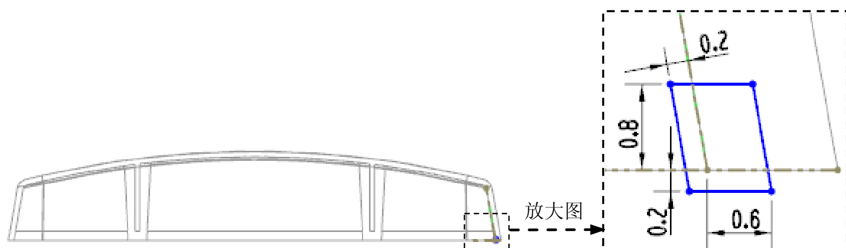


图 4.28.21　草图 1

Step15. 创建图 4.28.22 所示的扫掠特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)... 命令；选取草图 1 为截面线串；选取图 4.28.23 所示的模型边线为引导线串；单击 < 确定 > 按钮，完成扫掠特征的操作。

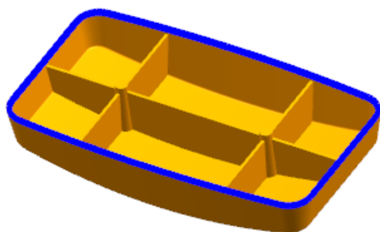


图 4.28.22　扫掠特征 1

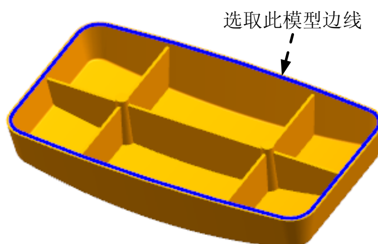


图 4.28.23　定义引导线

Step16. 创建图 4.28.24 所示的布尔求差 1。选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 求差(S)... 命令；选取扫掠特征 1 为工具体，选取图 4.28.24 所示的目标体，单击 确定 按钮，完成该布尔求差操作。

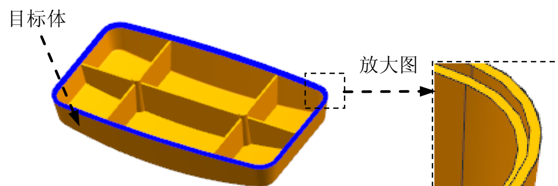


图 4.28.24　布尔求差 1

Step17. 创建图 4.28.25 所示的基准平面 2。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 相切 选项，在 相切子类型 区域的 子类型 下拉列表中选择 一个面 选项，然后选取图 4.28.26 所示的面为相切面；单击 < 确定 > 按钮，完成基准平面 2 的创建。

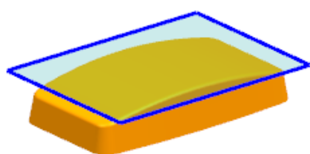


图 4.28.25　基准平面 2

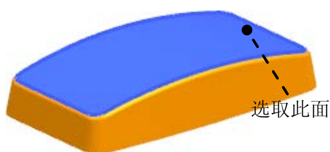


图 4.28.26　定义参考面

Step18. 创建图 4.28.27 所示的沉头孔特征。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 孔(H)... 命令；在 类型 下拉列表中选择 常规孔 选项；选取基准平面 2 为放置面，绘制图 4.28.28 所示的截面草图；在 孔方向 区域的下拉列表中选择 沿矢量 选项，选取-ZC 轴作为矢量参考方向；在 成形 下拉列表中选择 沉头 选项，在 沉头直径 文本框中输入值 4.5，在 沉头深度 文本框中输入值 4，在 直径 文本框中输入值 2，在 深度限制 下拉列表中选择 贯通体 选项，其余参数采用系统默认设置；单击 确定 按钮，完成沉头孔特征的创建。

Step19. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

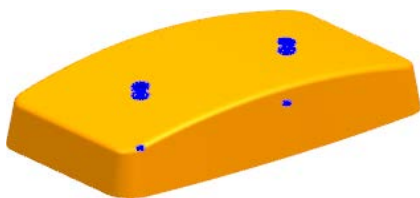


图 4.28.27　沉头孔特征

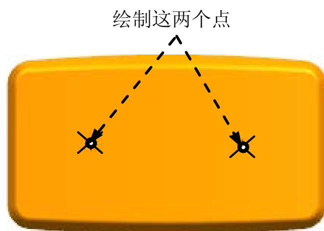


图 4.28.28　定义孔放置点

4.29　UG 零件设计实际应用 2——轮毂

应用概述：

本应用介绍了一个轮毂的设计过程。主要是讲述实体旋转、拉伸、拔模、阵列和孔等特征命令的应用。所建的零件模型及模型树如图 4.29.1 所示。



图 4.29.1　零件模型及模型树

说明：本应用前面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch04.29\reference\文件下的语音讲解文件 WHEEL_HUB-r01.exe。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.29\WHEEL_HUB_ex.prt。

Step2. 创建图 4.29.2 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，选取图 4.29.3 所示的模型表面为草图平面，绘制图 4.29.4 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择 值 选项，在其下的距离文本框中输入数值 0，在限制区域的结束下拉列表中选择 直至下一个 选项，在布尔区域的下拉列表中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象；单击 确定 按钮，完成拉伸特征 1 的创建。

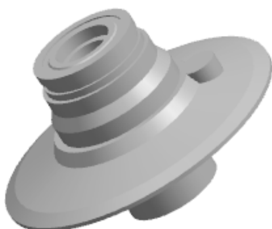


图 4.29.2　拉伸特征 1

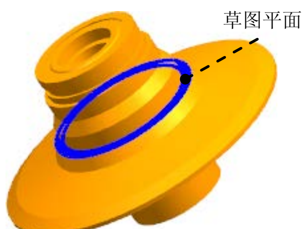


图 4.29.3　选取草图平面

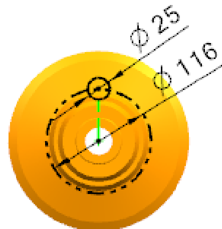


图 4.29.4　截面草图

Step3. 创建图 4.29.5 所示的阵列特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 阵列特征(A)... 命令；选取拉伸特征 1 为阵列特征；在 阵列定义 区域的 布局 下拉列表中选择 圆形 选项，选取 Y 轴为旋转轴；在 角度方向 区域的 间距 下拉列表中选择 数量和节距 选项，在 数量 文本框中输入值 6，在 节距角 文本框中输入值 60；单击 确定 按钮，完成阵列特征 1 的创建。

Step4. 创建图 4.29.6 所示的拔模特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 拔模(T)... 命令；在 类型 下拉列表中选择 从平面或曲面 选项。选取-YC 方向作为开模方向；选取图 4.29.7 所示的模型作为拔模固定平面；选取图 4.29.8 所示的面（共 6 个面）作为要加拔模角的面；输入拔模角度值 30；单击 < 确定 > 按钮，完成拔模操作。



图 4.29.5　阵列特征 1



图 4.29.6　拔模特征 1

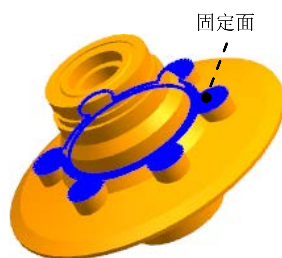


图 4.29.7　选取固定面

Step5. 创建图 4.29.9 所示的边倒圆特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)... 命令，选取图 4.29.9a 所示的 12 条边线为边倒圆参照，在 半径 1 文本框中输入数值 10。

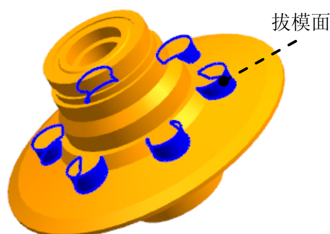
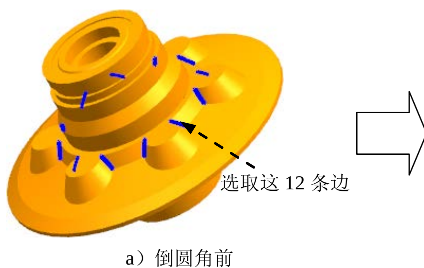
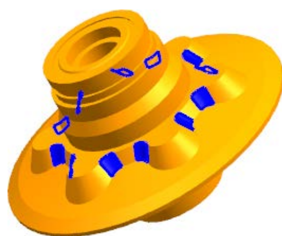


图 4.29.8　选取要拔模的面



a）倒圆角前



b）倒圆角后

图 4.29.9　边倒圆特征 1

Step6. 创建图 4.29.10 所示的旋转特征 3。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 旋转(R)... 命令；选取 XY 基准平面为草图平面，绘制图 4.29.11 所示的截面草图；选取图 4.29.11 所示的直线为旋转轴；在 开始 下的 角度 文本框中输入数值 0，在 结束 下的 角度 文本框中输入数值 360；在 布尔 区域中选择 求差 选项，采用系统默认的求差对象。

Step7. 创建图 4.29.12 所示的阵列特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 阵列特征(A)... 命令；选取旋转特征 3 为阵列特征；在 阵列定义 区域的 布局 下拉列表中选择 圆形 选项，选取 Y 轴为旋转轴；在 角度方向 区域的 间距 下拉列表中选择 数量和节距 选项，在 数量 文本框中输入值 6，在 节距角 文本框中输入值 60；在 阵列方法 区域的 方法 下拉列表

中选择简单选项。

Step8. 后面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch04.29\reference\文件下的语音视频讲解文件 WHEEL_HUB-r02.avi。


图 4.29.10　旋转特征 3

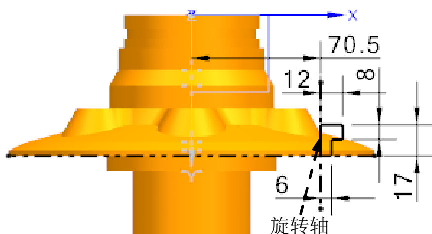


图 4.29.11　截面草图


图 4.29.12　阵列特征 2

4.30　UG 零件设计实际应用 3——轴箱

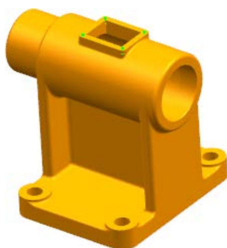
应用概述:

本应用介绍了轴箱的设计过程。在设计过程中主要使用了拉伸、旋转、镜像、孔、倒圆角与倒斜角等特征的应用。在创建特征的过程中，需要注意在特征的定位过程中用到的技巧和注意事项。零件模型如图 4.30.1 所示。

说明：本应用前面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch04.30\reference\文件下的语音视频讲解文件 AXLE_BOX-r01.avi。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.30\AXLE_BOX_ex.prt。

Step2. 创建图 4.30.2 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，选取 XY 平面为草图平面，绘制图 4.30.3 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，在其下的距离文本框中输入数值 0，在限制区域的结束下拉列表中选择值选项，在其下的距离文本框中输入值 10，在布尔区域的下拉列表中选择求差选项，采用系统默认的求差对象；单击确定按钮，完成拉伸特征 2 的创建。


图 4.30.1　零件模型

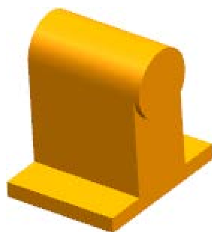


图 4.30.2　拉伸特征 2

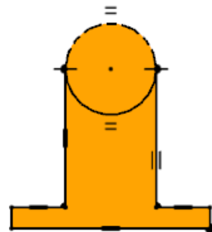


图 4.30.3　截面草图

Step3. 创建图 4.30.4 所示的拉伸特征 3。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，选取图 4.30.5 所示的模型表面为草图平面，绘制图 4.30.6 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 54，在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。

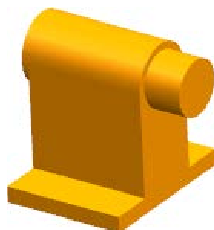


图 4.30.4　拉伸特征 3

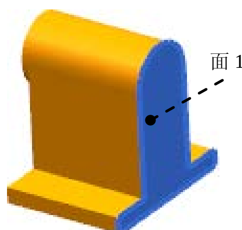


图 4.30.5　选取草图平面

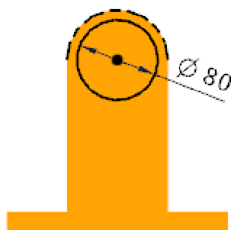


图 4.30.6　截面草图

Step4. 创建图 4.30.7 所示的基准平面 1。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令，在 类型 区域的下拉列表中选择 二等分 选项，选取图 4.30.8 所示的两个平面为参照面。单击 < 确定 > 按钮，完成基准平面 1 的创建。

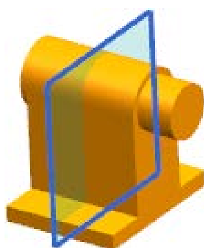


图 4.30.7　基准平面 1

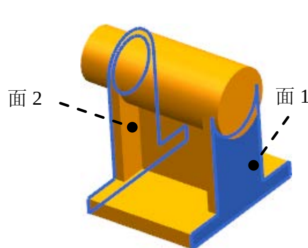
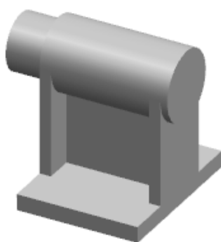


图 4.30.8　定义参照面

Step5. 创建图 4.30.9 所示的拉伸特征 4。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，选取基准平面 1 为草图平面，绘制图 4.30.10 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 对称值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 70，在 布尔 区域的下拉列表中选择 求差 选项，采用系统默认的求差对象。

Step6. 创建图 4.30.11 所示的镜像特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) →

镜像特征(M)...命令，选取拉伸特征 4 为要镜像特征。选取 YZ 基准平面作为镜像平面。单击< 确定 >按钮，完成镜像特征 1 的创建。


图 4.30.9　拉伸特征 4

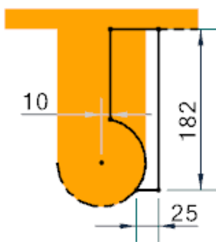
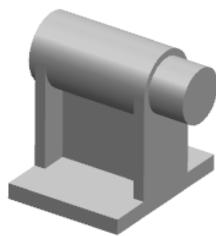


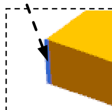
图 4.30.10　截面草图

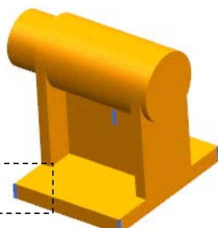

图 4.30.11　镜像特征 1

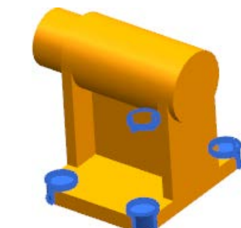
Step7. 创建图 4.30.12 所示的边倒圆特征 1。选择下拉菜单插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)...命令，选取图 4.30.13 所示的四条边线为边倒圆参照，在半径 1文本框中输入数值 20。

Step8. 创建图 4.30.14 所示的拉伸特征 5。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令，选取图 4.30.15 所示的模型表面为草图平面，绘制图 4.30.16 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，在其下的距离文本框中输入数值 0，在限制区域的结束下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 5，在布尔区域的下拉列表中选择求和选项，采用系统默认的求和对象。


图 4.30.12　边倒圆特征 1




图 4.30.13　定义参照边


图 4.30.14　拉伸特征 5

Step9. 创建图 4.30.17 所示的孔 1。选择下拉菜单插入(I) → 设计特征(E) → 孔(H)...命令；在类型下拉列表中选择常规孔选项；选取 Step8 中创建的四个圆柱体的上表面圆心点，此时系统以当前默认值自动生成孔的轮廓；在“孔”对话框的直径文本框中输入数值 20，在深度限制下拉列表中选择贯通体选项。

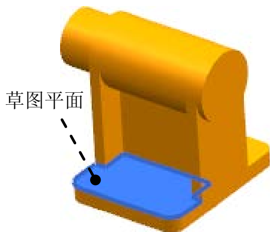
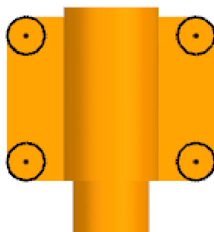
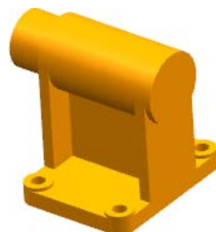


图 4.30.15　选取草图平面


图 4.30.16　截面草图


图 4.30.17　孔 1

Step10. 后面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch04.30\reference\文件下的语音视频讲解文件 AXLE_BOX-r02.avi。

4.31 UG 零件设计实际应用 4——减速器箱体

应用概述：

本应用介绍了减速器箱体的设计过程。通过练习本例，读者可以掌握实体的拉伸、孔、阵列、倒圆角和矩形槽等特征的应用。在创建特征的过程中，需要注意在特征的定位过程中用到的技巧和注意事项。零件模型及模型树如图 4.31.1 所示。

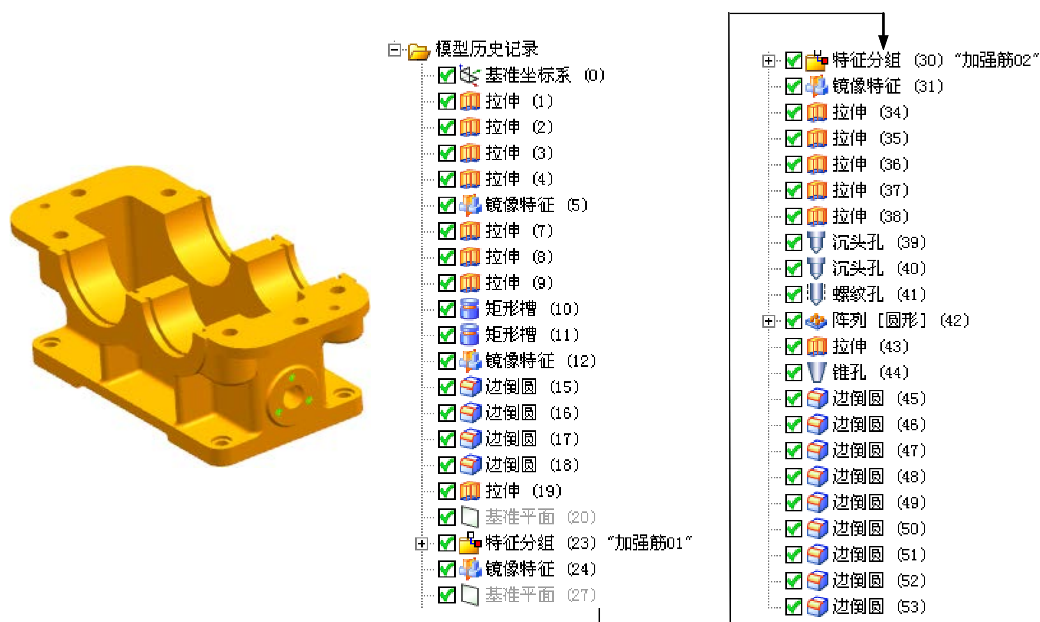


图 4.31.1 零件模型与模型树

说明：本应用前面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch04.31\reference\文件下的语音视频讲解文件 REDUCER_BOX-r01.exe。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch04.31\REDUCER_BOX_ex.prt。

Step2. 创建图 4.31.2 所示的拉伸特征 4。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，选取图 4.31.2 所示的模型表面为草图平面，绘制图 4.31.3 所示的截面草图；在极限区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入数值 0，在极限区域的结束下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入数值 28，在布尔区域中选择求和选项，采用系统默认的求和对象，单击 < 确定 > 按钮，完成拉伸特征 4 的创建。

Step3. 创建图 4.31.4 所示的镜像特征 1。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 关联复制(A) ➡ 镜像特征(M)... 命令，选取 Step2 创建的拉伸特征 4 为镜像特征，选取 XZ 基准平面为镜像平面；单击 确定 按钮，完成镜像特征 1 的创建。

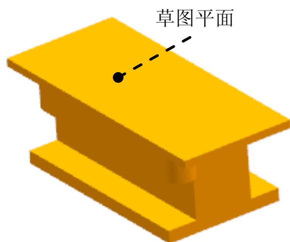


图 4.31.2　拉伸特征 4



图 4.31.3　截面草图

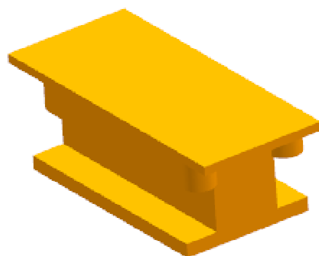


图 4.31.4　镜像特征 1

Step4. 创建图 4.31.5 所示的拉伸特征 5。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 拉伸(E)... 命令，选取 XZ 平面为草图平面，绘制图 4.31.6 所示的截面草图；在 极限 区域的 开始 下拉列表中选择 对称值 选项，并在 距离 文本框中输入数值 52，在 布尔 区域中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。

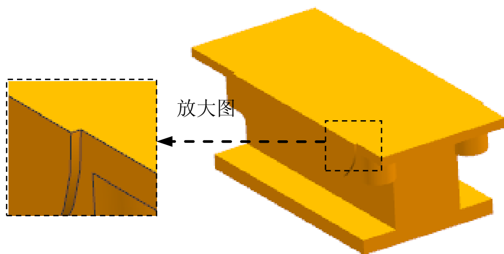


图 4.31.5　拉伸特征 5

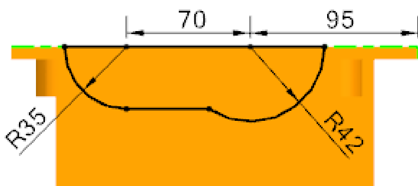


图 4.31.6　截面草图

Step5. 创建图 4.31.7 所示的拉伸特征 6。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 拉伸(E)... 命令，选取图 4.31.7 所示的模型表面为草图平面，绘制图 4.31.8 所示的截面草图；在 极限 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 0，在 极限 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 70，在 布尔 区域中选择 求差 选项。

Step6. 创建图 4.31.9 所示的拉伸特征 7。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 拉伸(E)... 命令，选取 XZ 平面为草图平面，绘制图 4.31.10 所示的截面草图；在 极限 区域的 开始 下拉列表中选择 贯通 选项，在 极限 区域的 结束 下拉列表中选择 贯通 选项，在 布尔 区域中选择 求差 选项，其他采用系统默认的参数设置值。

Step7. 创建图 4.31.11 所示的槽特征。选择 插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 槽(G)... 命令；单击 矩形 按钮，选取图 4.31.12 所示的面为放置面，输入图 4.31.13 所示的参数，单击 确定 按钮；系统弹出“定位槽”对话框，且沟槽预览显示

为一个圆盘，选取图 4.31.14 所示的目标边与刀具边，输入定位值为 4，单击确定按钮，完成沟槽的创建。

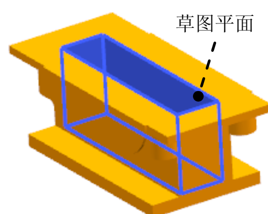


图 4.31.7　拉伸特征 6

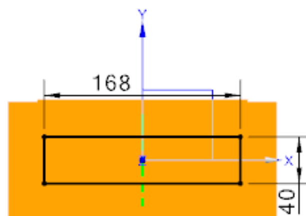


图 4.31.8　截面草图


图 4.31.9　拉伸特征 7

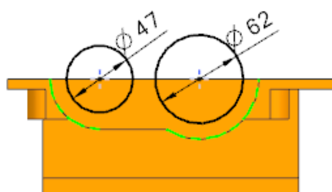
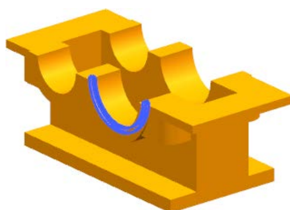


图 4.31.10　截面草图


图 4.31.11　槽特征 1

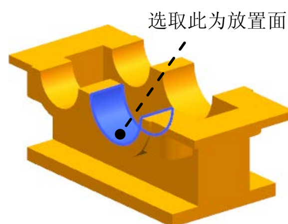


图 4.31.12　定义放置面

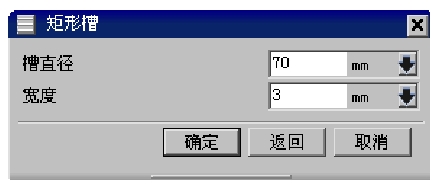


图 4.31.13　“矩形槽”参数对话框

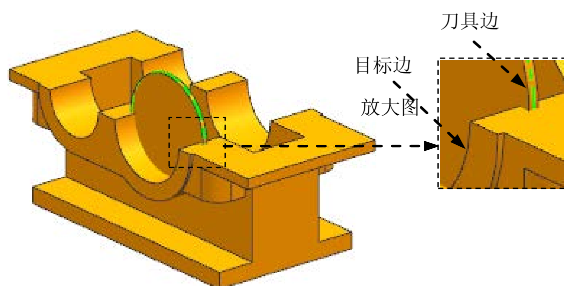


图 4.31.14　定义刀具边与目标边

说明：本应用后面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch04.31\reference\文件下的语音视频讲解文件 REDUCER_BOX-r02.exe。

4.32　UG 零件设计实际应用 5——制动踏板

应用概述：

本应用介绍了制动踏板的设计过程。通过练习本例，读者可以掌握实体的拉伸、旋转、孔、阵列和倒圆角等特征的应用。在创建特征的过程中，需要注意在特征的定位过程中用到的技巧和注意事项。零件模型如图 4.32.1 所示。

说明：本应用的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch04.32\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ug10pd\work\ch04.32\footplate_braket.prt。

4.33　UG 零件设计实际应用 6——蝶形螺母

应用概述:

本应用是一个标准件——蝶形螺母，在创建过程中运用了旋转、拉伸、圆角及螺纹等命令；其中要重点掌握圆角（圆角顺序）、螺纹命令的使用；零件模型如图 4.33.1 所示。

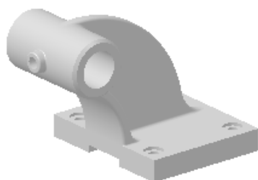


图 4.32.1　零件模型



图 4.33.1　零件模型

说明：本应用的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch04.33\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ug10pd\work\ch06.33\butterfly_nut.prt。

4.34　UG 零件设计实际应用 7——涡轮

应用概述:

本应用介绍了一个涡轮的设计过程，主要运用了一些常用命令，包括拉伸、倒圆角和阵列等特征，其中拉伸偏置命令使用得很巧妙，需要注意的是圆形阵列的创建方法。零件模型如图 4.34.1 所示。

说明：本应用的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch04.34\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ug10pd\work\ch04.34\turbine.prt。



图 4.34.1　零件模型

第 5 章　曲面产品的设计

5.1　曲面设计概要

5.1.1　曲面设计的发展概况

曲面造型（Surface Modeling）是随着计算机技术和数学方法的不断发展而逐步产生和完善起来的。它是计算机辅助几何设计（Computer Aided Geometric Design，简称 CAGD）和计算机图形学（Computer Graphics）的一项重要内容，主要研究在计算机图像系统的环境下对曲面的表达、创建、显示以及分析等。

早在 1963 年，美国波音飞机公司的 Ferguson 首先提出将曲线曲面表示为参数的矢量函数方法，并引入参数三次曲线。从此，曲线曲面的参数化形式成为形状数学描述的标准形式。

到了 1971 年，法国雷诺汽车公司的 Bezier 又提出一种控制多边形设计曲线的新方法，这种方法很好地解决了整体形状控制问题，从而将曲线曲面的设计向前推进了一大步。然而 Bezier 的方法仍存在连接问题和局部修改问题。

直到 1975 年，美国 Syracuse 大学的 Versprille 首次提出具有划时代意义的有理 B 样条（NURBS）方法。NURBS 方法可以精确地表示二次规则曲线曲面，从而能用统一的数学形式表示规则曲面与自由曲面。这一方法的提出，终于使非均匀有理 B 样条方法成为现代曲面造型中最为广泛流行的技术。

随着计算机图形技术以及工业制造技术的不断发展，曲面造型在近几年得到了长足的发展，这主要表现在以下几个方面：

（1）从研究领域来看，曲面造型技术已从传统的研究曲面表示、曲面求交和曲面拼接扩充到曲面变形、曲面重建、曲面简化、曲面转换和曲面等距性等。

（2）从表示方法来看，以网格细分为特征的离散造型方法得到了高度的运用。这种曲面造型方法在生动逼真的特征动画和雕塑曲面的设计加工中更是独具优势。

（3）从曲面造型方法来看，出现了一些新的方法，如基于物理模型的曲面造型方法、基于偏微分方程的曲面造型方法、流曲线曲面造型方法等。

如今，人们对产品的使用远远超出了只要求性能符合的底线，在此基础上人们更愿意接受能在视觉上带来冲击的产品。在较为生硬的三维建模设计中，曲面扮演的就是让模型更活泼，甚至具有装饰性的角色。不仅如此，在普通产品的设计中也对曲面的连续性提出

了更高的要求，由原来的点连续提高到了相切连续甚至更高。在生活中，人们随处可见的电子产品、儿童玩具以及办公用品等产品的设计中都可以见证曲面设计的必要性以及重要性。

5.1.2　曲面造型的数学概念

曲面造型技术随着数学相关研究领域的不断深入而得到长足的发展，多种曲线、曲面被广泛应用。我们在此主要介绍其中最基本的一些曲线、曲面的理论及构造方法，使读者在原理和概念上有一个大致的了解。

1．贝塞尔（Bezier）曲线与曲面

Bezier 曲线与曲面是法国雷诺公司的 Bezier 在 1962 年提出的一种构造曲线曲面的方法，是三次曲线的形成原理，这是由四个位置矢量 Q0、Q1、Q2、Q3 定义的曲线。通常将 Q0、Q1…Qn 组成的多边形折线称为 Bezier 控制多边形，多边形的第一条折线和最后一条折线代表曲线的起点和终点的切线方向，其他曲线用于定义曲线的阶次与形状。

2．B 样条曲线与曲面

B 样条曲线继承了 Bezier 曲线的优点，仍采用特征多边形及权函数定义曲线，所不同的是权函数不采用伯恩斯坦基函数，而采用 B 样条基函数。

B 样条曲线与特征多边形十分接近，同时便于进行局部修改。与 Bezier 曲面生成过程相似，由 B 样条曲线可以很容易推广到 B 样条曲面。

3．非均匀有理 B 样条（NURBS）曲线与曲面

NURBS 是 Non-Uniform Rational B-Splines 的缩写，是非均匀有理 B 样条的意思。具体解释如下。

- Non-Uniform（非均匀）：指能够改变控制顶点的影响力的范围。当创建一个不规则曲面的时候，这一点非常有用。同样，统一的曲线和曲面在透视投影下也不是无变化的，对于交互的 3D 建模来说，这是一个严重的缺陷。
- Rational（有理）：指每个 NURBS 物体都可以用数学表达式来定义。
- B-Spline（B 样条）：指用路线来构建一条曲线，在一个或更多的点之间以内插值替换。

NURBS 技术提供了对标准解析几何和自由曲线、曲面的统一数学描述方法，它可通过调整控制顶点和因子，方便地改变曲面的形状，同时也可以方便地转换成对应的 Bezier 曲面，因此 NURBS 方法已成为曲线、曲面建模中最为流行的技术。STEP 产品数据交换标准

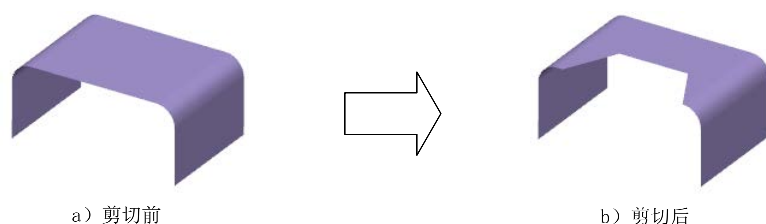
也将非均匀有理 B 样条（NURBS）作为曲面几何描述的唯一方法。

4．NURBS 曲面的特性及曲面连续性定义

（1）NURBS 曲面的特性。

NURBS 是用数学方式来描述形体，采用解析几何图形，曲线或曲面上任何一点都有其对应的坐标（x,y,z），所以具有高度的精确性。NURBS 曲面可以由任何曲线生成。

对于 NURBS 曲面而言，剪切是不会对曲面的 UV 方向产生影响的，也就是说不会对网格产生影响，如图 5.1.1 所示。剪切前后，网格（U 方向和 V 方向）并不会发生实质的改变，这也是通过剪切四边面来构成三边面和五边面等多边面的理论基础。



a）剪切前　　b）剪切后

图 5.1.1　剪切曲面

（2）曲面 G1 与 G2 连续性定义。

Gn 表示两个几何对象间的实际连续程度。例如：

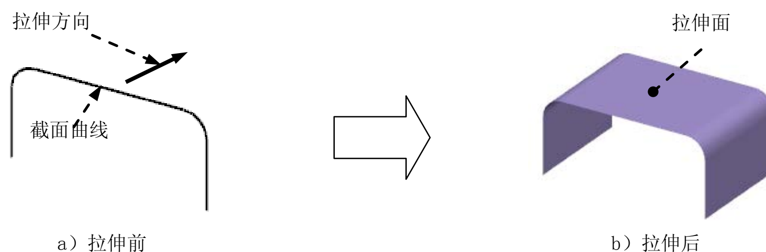
- G0 意味着两个对象相连或两个对象的位置是连续的。
- G1 意味着两个对象光滑连接，一阶微分连续，或者是相切连续的。
- G2 意味着两个对象光滑连接，二阶微分连续，或者两个对象的曲率是连续的。
- G3 意味着两个对象光滑连接，三阶微分连续。

5.1.3　曲面造型方法

曲面造型的方法有很多种，下面介绍最常见的几种方法。

1．拉伸面

将一条截面曲线沿一定的方向拉伸所形成的曲面，称为拉伸面，如图 5.1.2 所示。



a）拉伸前　　b）拉伸后

图 5.1.2　拉伸面

2．直纹面

直纹面可以理解为将两条曲线轮廓线（截面线串）用一系列直线连接而成的曲面，如图 5.1.3 所示。其中剖面线串可由单个对象（对象包括曲线、实体边缘或实体面）或多个对象组成。在创建直纹面时，只能使用两组剖面线串，这两组线串可以封闭，也可以不封闭。另外，构成直纹面的两组剖面线串的走向必须相同，否则曲面将会出现扭曲。

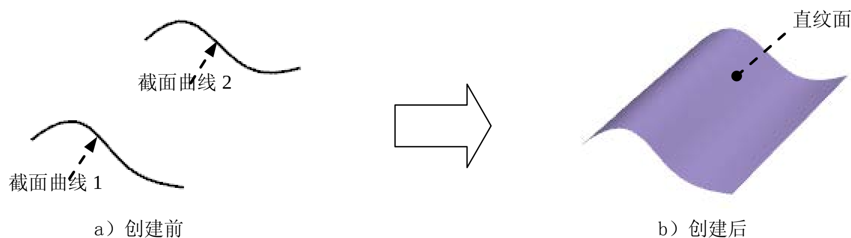


图 5.1.3　直纹面

3．旋转面

将一条截面曲线沿着某一旋转轴旋转一定的角度，就形成了一个旋转面，如图 5.1.4 所示。

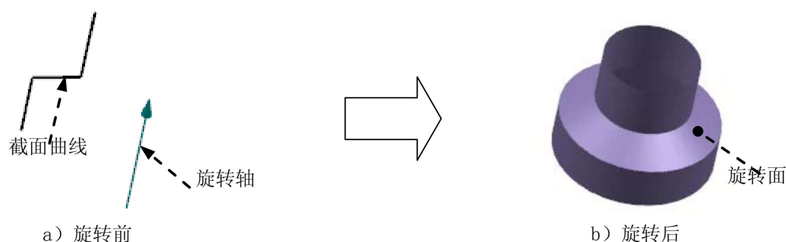


图 5.1.4　旋转面

4．扫掠面

将截面曲线沿着轨迹曲线扫掠而形成的曲面，即为扫掠面，如图 5.1.5 所示。

截面曲线和轨迹线可以有多条，截面曲线形状可以不同，可以封闭也可以不封闭。生成扫掠时，软件会自动过渡，生成光滑连续的曲面。

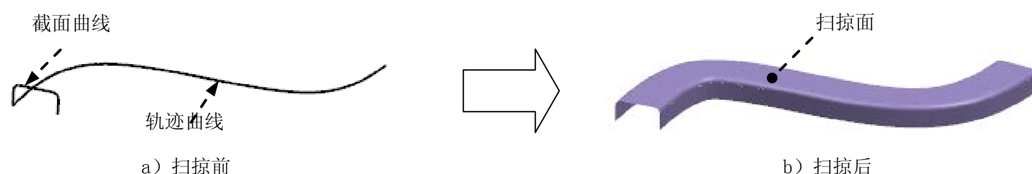


图 5.1.5　扫掠面

5．曲线网格曲面

曲线网格曲面是以一系列曲线为骨架进行形状控制，且通过这些曲线自然过渡生成曲

面，如图 5.1.6 所示。

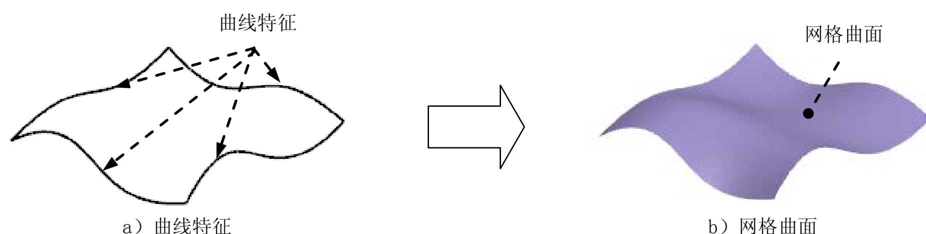


图 5.1.6　曲线网格曲面

6．偏距曲面

偏距曲面就是把曲面特征沿某方向偏移一定的距离来创建曲面，如图 5.1.7 所示，机械加工或钣金零件在装配时为了得到光滑的外表面，往往需要确定一个偏距曲面。

现在常用的偏距曲面的生成方法一般是先将原始曲面离散细分，然后求取原始曲面离散点上的等距点，最后将这些等距点拟合成等距面。

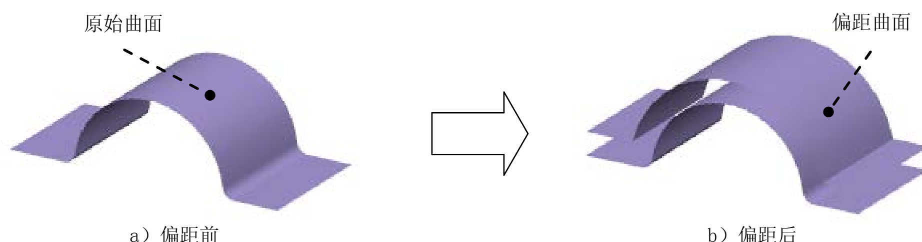


图 5.1.7　偏距曲面

5.1.4　光顺曲面的设计技巧

一个美观的产品外形往往是光滑而圆顺的。光滑的曲面，从外表看流线顺畅，不会引起视觉上的凸凹感，从理论上是指具有二阶几何连续、不存在奇点与多余拐点、曲率变化较小以及应变较小等特点的曲面。

要保证构造出来的曲面既光滑又能满足一定的精度要求，就必须掌握一定的曲面造型技巧，下面我们就一些常用的技巧进行介绍。

1．区域划分，先局部再整体

一个产品的外形，用一张曲面去描述往往是不切实际和不可行的，这时就要根据应用软件曲面造型方法，结合产品的外形特点，将其划分为多个区域来构造几张曲面，然后再将它们缝合在一起，或用过渡面与其连接。当今的三维 CAD 系统中的曲面几乎都是定义在四边形域上。因此，在划分区域时，应尽量将各个子域定义在四边形域内，即每个子面片都具有四条边。

2．创建光滑的控制曲线是关键

控制曲线的光滑程度往往决定着曲面的品质。要创建一条高质量的控制曲线，主要应从以下几点着手：①要达到精度的要求。②曲率主方向要尽可能一致。③曲线曲率要大于将作圆角过渡的半径值。

在创建步骤上，首先利用投影、插补、光顺等手段生成样条曲线，然后根据其曲率图的显示来调整曲线段，从而达到光滑的效果。有时也可通过调整空间曲线的参数一致性，或生成足够数目的曲线上的点，再通过这些点重新拟合曲线，来达到光滑的目的。

3．光滑连接曲面片

曲面片的光滑连接，应具备以下两个条件：要保证各连接面片间具有公共边；要保证各曲面片的控制线连接光滑。其中第二条是保证曲面片连接光滑的必要条件，可以通过修改控制线的起点、终点约束条件，使其曲率或切线在接点处保证一致。

4．还原曲面，再塑轮廓

一个产品的曲面轮廓往往是已经修剪过的，如果我们直接利用这些轮廓线来构造曲面，常常难以保证曲面的光滑性，所以造型时要充分考察零件的几何特点，利用延伸、投影等方法将三维空间轮廓线还原为二维轮廓线，并去掉细节部分，然后还原出“原始”的曲面，最后再利用面的修剪方法获得理想的曲面外轮廓。

5．注重实际，从模具的角度考察曲面质量

再漂亮的曲面造型，如果不注重实际的生产制造，也毫无用处。产品三维造型的最终目的是制造模具。产品零件大多由模具生产出来，因此在三维造型时，要从模具的角度去考虑，在确定产品出模方向后，应检查曲面能否出模，是否有倒扣现象（即拔模角为负角）。如发现问题，应对曲面进行修改或重构曲面。

6．随时检查，及时修改

在进行曲面造型时，要随时检查所建曲面的状况，注意检查曲面是否光滑，有无扭曲、曲率变化等情况，以便及时修改。

检查曲面光滑程度的方法主要有以下两种：①对构造的曲面进行渲染处理，可通过透视、透明度和多重光源等处理手段产生高清晰度的逼真的彩色图像，再根据处理后图像的光亮度的分布规律来判断曲面的光滑度。图像明暗变化比较均匀，则曲面光滑性好。②可对曲面进行高斯曲率分析，进而显示高斯曲率的彩色光栅图像，这样可以直观地了解曲面的光滑性情况。

5.2 曲 线 设 计

曲线是曲面的基础，是曲面造型设计中必须用到的基础元素，并且曲线质量的好坏直接影响到曲面质量的高低。因此，了解和掌握曲线的创建方法，是学习曲面设计的基本要求。利用 UG 的曲线功能可以建立多种曲线，其中基本曲线包括点及点集、直线、圆及圆弧、倒圆角、倒斜角等，特殊曲线包括样条曲线、二次曲线、螺旋线和规律曲线等。

5.2.1 基本空间曲线

UG 基本曲线的创建包括直线、圆弧、圆等规则曲线的创建，以及曲线的倒圆角等操作。下面一一对其进行介绍。

1. 直线

下面将分别介绍几种创建直线的方法。

方法一：点-相切

选择下拉菜单 插入(S) ➡ 曲线(C) ➡ 直线(L)... 命令，弹出图 5.2.1 所示的“直线”对话框。通过该对话框可以创建多种类型的直线，创建的直线类型取决于在该对话框的 起点选项 下拉列表中和 终点选项 下拉列表中选择不同选项的组合类型。

直线的创建只要确定两个端点的约束，就可以快速完成。下面通过图 5.2.2 所示的例子来说明创建“点-相切”直线的一般过程。

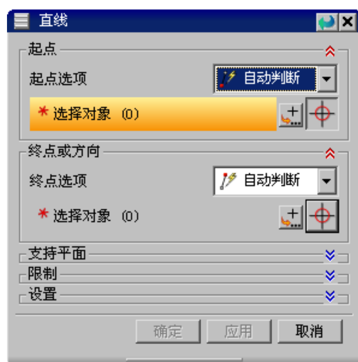


图 5.2.1 “直线”对话框

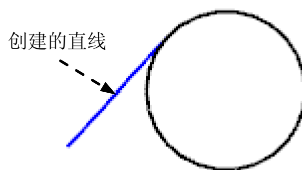


图 5.2.2 创建的直线

说明：在不打开“直线”对话框的情况下，要迅速创建简单的关联或非关联的直线，可以选择下拉菜单 插入(S) ➡ 曲线(C) ➡ 直线和圆弧(A) 命令下的相关子命令。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.01\LINE_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 曲线(C) ➡ 直线(L)... 命令，系统弹出“直线”

对话框。

Step3. 定义起点。在对话框起点区域的起点选项下拉列表中选择＋ 点选项，如图 5.2.3 所示。此时系统将在鼠标处弹出图 5.2.4 所示的动态文本输入框，在XC、YC、ZC文本框中分别输入数值 0、0、0，并分别按 Enter 键确认。

说明：按 F3 键可以将动态文本输入框隐藏，之后按一次 F3 键将“直线”对话框隐藏，再按一次 F3 键则显示“直线”对话框和动态文本输入框。

Step4. 设置终点选项。在图 5.2.3 所示的“直线”对话框终点或方向区域的终点选项下拉列表中选择相切选项（或者在图形区右击，在弹出的图 5.2.5 所示的快捷菜单中选择✔ 相切命令）。





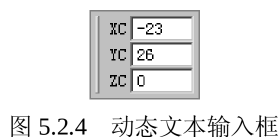


图 5.2.4　动态文本输入框

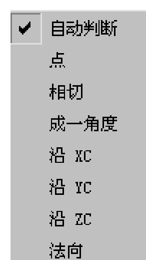


图 5.2.3　“直线”对话框　　　　图 5.2.5　快捷菜单

Step5. 定义终点。在图形中选取图 5.2.2 所示的圆，单击“直线”对话框中的< 确定 >按钮，完成直线的创建。

方法二：点-点

使用直线(点-点)(P)...命令绘制直线时，用户可以在系统弹出的动态输入框中输入起始点和终点相对于原点的坐标值来完成直线的创建。下面以创建图 5.2.6 所示的直线为例说明利用“直线（点-点）”命令创建直线的一般过程。

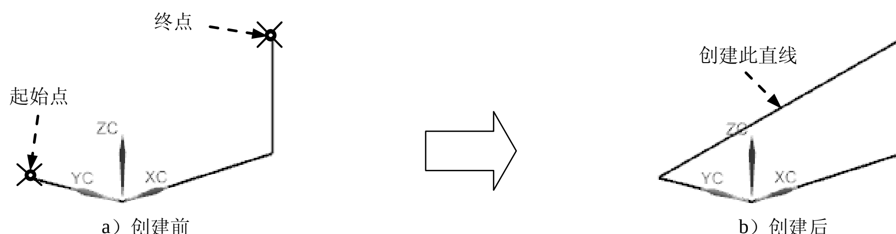


图 5.2.6　直线的创建

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.01\LINE_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 直线和圆弧(A) → 直线(点-点)(P)... 命令，系统弹出“直线（点-点）”对话框和动态文本框（一）。

Step3. 依次选取图 5.2.6a 所示的起始点与终点；同时完成此直线的创建。

Step4. 按鼠标中键（或键盘上的 Esc 键），退出“直线（点-点）”命令。

方法三：点-平行

使用 直线(点-平行)(R)... 命令可以创建一条直线的平行线，下面通过图 5.2.7 所示的例子来说明利用“直线（点-平行）”命令创建直线的一般操作步骤。

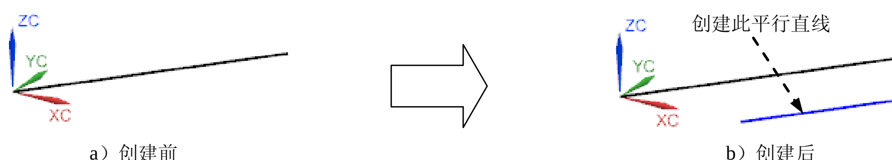


图 5.2.7　平行线的创建

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.01\LINE_03.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 直线和圆弧(A) → 直线(点-平行)(R)... 命令，系统弹出“直线（点-平行）”对话框和动态文本框（一）。

Step3. 在动态文本框（一）中输入直线起始点的坐标值（50，0，0），并分别按 Enter 键确认（图 5.2.8），系统弹出动态文本框（二），如图 5.2.9 所示。

Step4. 选取图 5.2.9 所示的直线；在动态文本框（二）中输入直线的长度值 60，按 Enter 键确认，系统自动创建一条平行线（即完成此直线的创建）。

Step5. 按鼠标中键（或键盘上的 Esc 键），退出“直线（点-平行）”命令。

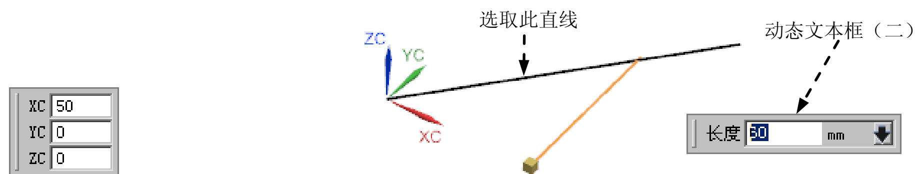


图 5.2.8　动态文本框（一）

图 5.2.9　定义参考直线和直线长度

2．圆弧/圆

选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 圆弧/圆(C)... 命令，系统弹出图 5.2.10 所示的“圆弧/圆”对话框（一）。通过该对话框可以创建多种类型的圆弧或圆，创建的圆弧或圆的类型取决于对与圆弧或圆相关的点的不同约束。

说明： 在不必打开此对话框的情况下，要迅速创建简单的关联或非关联的圆弧，可以选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 直线和圆弧(A) 命令下的相关子命令。

方法一：三点画圆弧

下面通过图 5.2.11 所示的例子来介绍利用“相切-相切-相切”方式创建圆的一般过程。



图 5.2.10　“圆弧/圆”对话框（一）

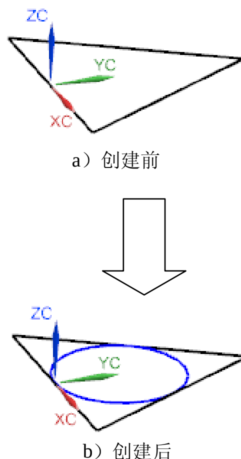


图 5.2.11　圆弧/圆的创建

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.01\CIRCU_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 圆弧/圆(C)... 命令，系统弹出“圆弧/圆”对话框（二）。

Step3. 设置类型。在图 5.2.12 所示的“圆弧/圆”对话框（二） 类型 区域的下拉列表中选择 三点画圆弧 选项。

Step4. 选择起点参照。在 起点 区域的 起点选项 下拉列表中选择 相切 选项，如图 5.2.12 所示（或者在图形区右击，在弹出的图 5.2.13 所示的快捷菜单中选择 ✔ 相切 命令）；然后选取图 5.2.14 所示的曲线 1。

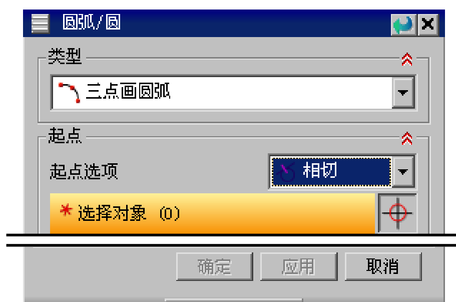


图 5.2.12　“圆弧/圆”对话框（二）

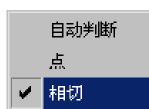


图 5.2.13　快捷菜单

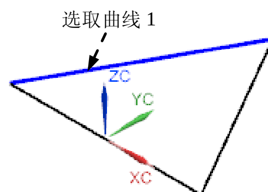


图 5.2.14　选取曲线 1

Step5. 选择端点参照。在 端点 区域的 终点选项 下拉列表中选择 相切 选项，然后选取图 5.2.15 所示的曲线 2。

Step6. 选择中点参照。在 中点 区域的 中点选项 下拉列表中选择 相切 选项，然后选取图

5.2.16 所示的曲线 3。

Step7. 设置圆周类型。选中对话框限制区域的☑整圆复选框。

Step8. 在对话框的设置区域单击按钮，单击< 确定 >按钮，完成圆弧的创建，如图 5.2.17 所示。

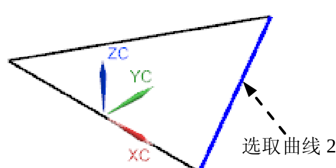


图 5.2.15 选取曲线 2

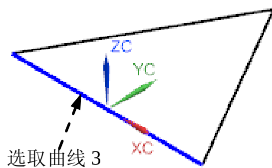


图 5.2.16 选取曲线 3

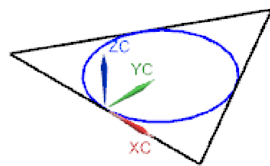


图 5.2.17 创建完成的圆弧

方法二：点-点-点

使用“圆弧（点-点-点）”命令绘制圆弧时，用户可以分别在系统弹出的动态文本框中输入三个点的坐标值来完成圆弧的创建。下面通过创建图 5.2.18b 所示的圆弧来说明使用“圆弧（点-点-点）”命令创建圆弧的一般过程。

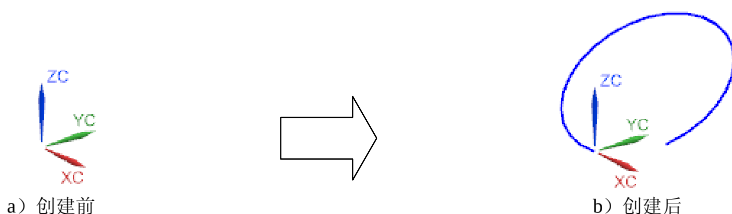


图 5.2.18 圆弧的创建

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.01\CIRCU_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 曲线(C) ▸ ➡ 直线和圆弧(A) ▸ ➡ 圆弧(点-点-点)(0)... 命令，系统弹出“圆弧（点-点-点）”对话框和动态文本框（一）。

Step3. 在动态文本框（一）中输入直线起始点的坐标值（0，0，0），并分别按 Enter 键确认（图 5.2.19）；系统弹出动态文本框（二）。

Step4. 在动态文本框（二）中输入直线终点的坐标值（35，20，10），并分别按 Enter 键确认（图 5.2.20）；系统弹出动态文本框（三）。

Step5. 在动态文本框（三）中输入直线中点的坐标值（-50，60，40），并分别按 Enter 键确认（图 5.2.21），完成此圆弧的创建。

Step6. 按鼠标中键（或键盘上的 Esc 键），退出“圆弧（点-点-点）”命令。

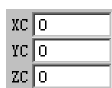


图 5.2.19 动态文本框（一）

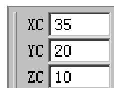


图 5.2.20 动态文本框（二）

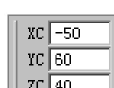


图 5.2.21 动态文本框（三）

5.2.2　高级空间曲线

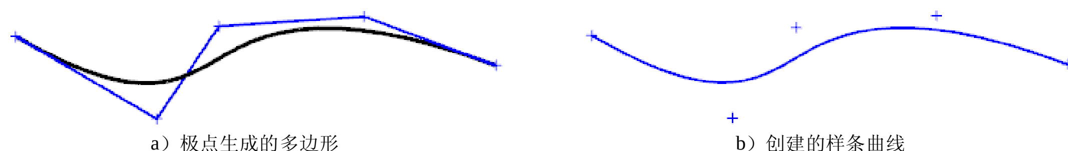
高级空间曲线在曲面建模中的使用非常频繁，主要包括螺旋线、样条曲线、二次曲线、规律曲线和文本曲线等。下面将分别对其进行介绍。

1. 样条曲线

艺术样条曲线的创建方法有两种：根据极点和通过点。下面将对“根据极点”和“通过点”两种方法进行说明，通过下面的两个例子可以观察出两种方法创建的艺术样条曲线——“根据极点”和“通过点”两个命令对曲线形状的控制不同。

方法一：根据极点

“根据极点”是指艺术样条曲线不通过极点，其形状由极点形成的多边形控制。用户可以对曲线类型、曲线阶次等相关参数进行编辑。下面通过创建图 5.2.22 所示的样条曲线来说明使用“根据极点”命令创建样条曲线的一般过程。



a）极点生成的多边形　　b）创建的样条曲线

图 5.2.22　使用“根据极点”命令创建艺术样条

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.02\SPLINE_01.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) ▸ → 艺术样条(D)... 命令，系统弹出“艺术样条”对话框。

Step3. 定义曲线类型。在对话框的 类型 下拉列表中选择 根据极点 选项，在对话框的 参数化 区域的 次数 文本框中输入曲线阶次为 3，依次选取图 5.2.23 所示的各点（点 1、点 2、点 3、点 4 和点 5，点的顺序不同生成的曲线形状也不同，如图 5.2.24 所示）。

Step4. 在“艺术样条”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成样条曲线的创建。

说明： 在本例中点的组合顺序还有多种，在此仅以一种情况说明选点顺序对样条曲线形状的影响。本例中的极点是通过现有点选取的，同样可以通过输入点的坐标值来确定点的位置。

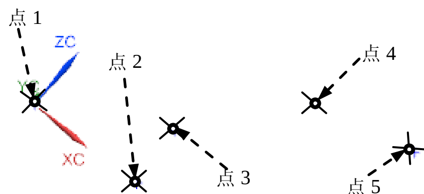


图 5.2.23　定义极点

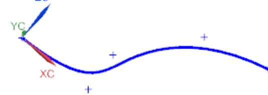


图 5.2.24　生成的曲线

方法二：通过点

艺术样条曲线的形状除了可以通过极点来控制外，还可以通过样条曲线所通过的点（即样条曲线的定义点）来更精确地控制。下面通过创建图 5.2.25 所示的艺术样条曲线来说明利用“通过点”命令创建艺术样条曲线的一般步骤。

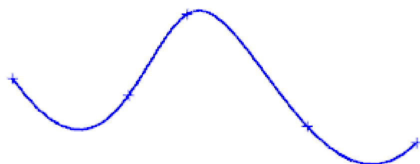


图 5.2.25 使用“通过点”命令创建样条曲线

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.02\SPLINE_02.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 艺术样条(D)... 命令，系统弹出“艺术样条”对话框。

Step3. 定义曲线类型。在对话框的 类型 下拉列表中选择 通过点 选项，依次在图 5.2.26 所示的各点位置单击点 1、点 2、点 3、点 4 和点 5（点的顺序不同，生成的曲线形状也不同，如图 5.2.27 所示）。

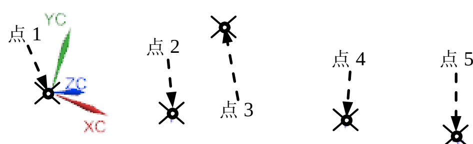


图 5.2.26 定义点

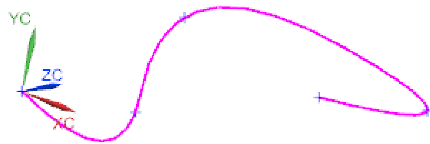


图 5.2.27 选点顺序不同生成的样条曲线也不同

Step4. 在“艺术样条”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成样条曲线的创建。

2．螺旋线

在建模或者造型过程中，螺旋线经常被用到。UG NX 10.0 通过定义转数、螺距、半径方式、旋转方向和方位等参数来生成螺旋线。创建螺旋线的方法有两种：一种是沿矢量方式，另外一种是沿脊线方式，下面具体介绍这两种螺旋线的创建方法。

方法一：沿矢量螺旋线

图 5.2.28 所示螺旋线的一般创建过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.02\HELIX_01.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 螺旋线(X)... 命令，系统弹出“螺旋线”对话框。

Step3. 设置参数。在“螺旋线”对话框的 类型 下拉列表中选择 沿矢量 选项，单击 方位 区域中的“CSYS 对话框”按钮，系统弹出图 5.2.29 所示的“CSYS”对话框，在“CSYS”

对话框的类型下拉列表中选择X 轴，Y 轴，原点选项，分别定义其原点、X 轴和 Y 轴与其绝对坐标系一致；单击确定按钮，返回到“螺旋线”对话框，设置图 5.2.30 所示的参数，其他参数采用系统默认设置，单击< 确定 >按钮，完成螺旋线的创建。

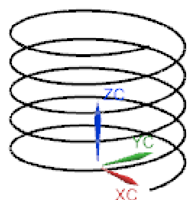


图 5.2.28　螺旋线

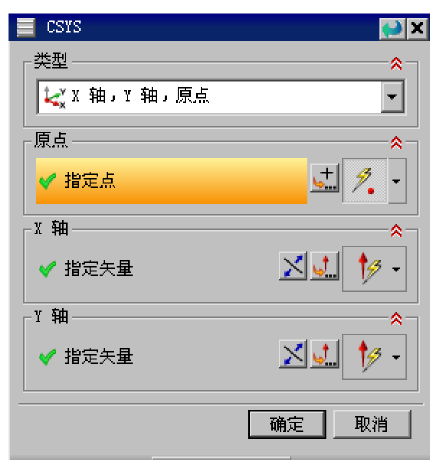


图 5.2.29　“CSYS”对话框

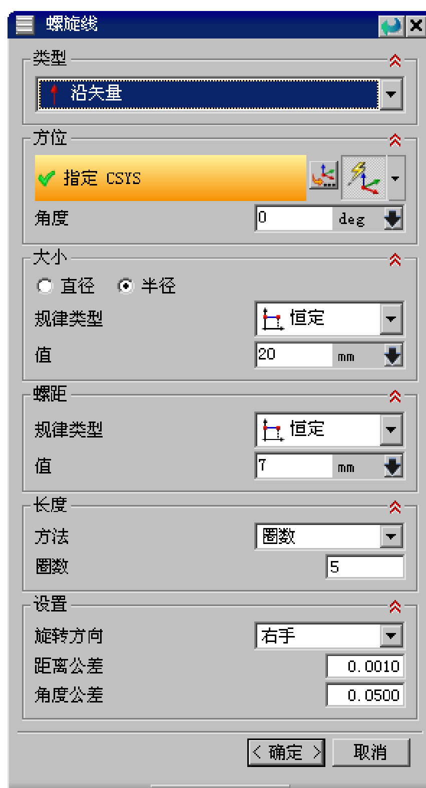
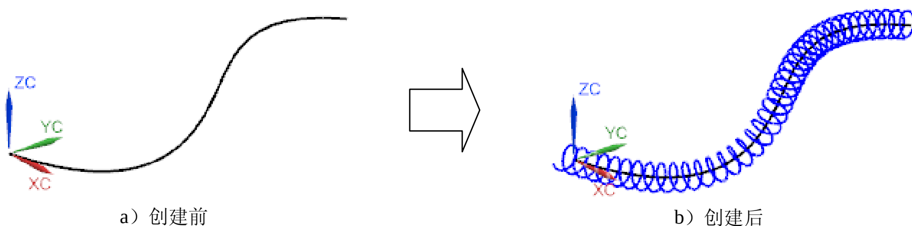


图 5.2.30　“螺旋线”对话框

方法二：沿脊线螺旋线

图 5.2.31 所示的使用规律曲线方式创建螺旋线的一般步骤如下。



a）创建前　　b）创建后

图 5.2.31　沿脊线螺旋线

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.02\HELIX_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 曲线(C) → 螺旋线(X)...命令，系统弹出“螺旋线”对话框。

Step3. 定义类型。在“螺旋线”对话框的类型下拉列表中选择沿脊线选项，选取图 5.2.31a 所示的曲线为脊线。

Step4. 定义螺旋线参数。

（1）定义大小。在“螺旋线”对话框的大小区域中选中 ⊙ 直径单选项，在规律类型下拉列表中选择恒定选项，然后输入直径值为 10。

（2）定义螺距。在“螺旋线”对话框螺距区域的规律类型下拉列表中选择恒定选项，然后输入螺距值为 5。

（3）定义长度。在“螺旋线”对话框长度区域的方法下拉列表中选择圈数选项，输入圈数值 40。

（4）定义旋转方向。在“螺旋线”对话框设置区域的旋转方向下拉列表中选择右手选项。

Step5. 单击对话框中的< 确定 >按钮，完成螺旋线的创建。

3. 文本曲线

使用A命令，可将本地的 Windows 字体库中的 True Type 字体中的“文本”生成 NX 曲线。无论何时需要文本，都可以将此功能作为部件模型中的一个设计元素使用。在“文本”对话框中，允许用户选择 Windows 字体库中的任何字体，指定字符属性（粗体、斜体、类型、字母）；在“文本”对话框字段中输入文本字符串，并立即在 NX 部件模型内将字符串转换为几何体。文本将跟踪所选 True Type 字体的形状，并使用线条和样条生成文本字符串的字符外形，可以在平面、曲线或曲面上放置生成的几何体。下面通过创建图 5.2.32 所示的文本曲线来说明创建文本曲线的一般步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.02\TEXT_LINE.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) ➡ 曲线(C) ➡ A 文本(T)...命令，系统弹出图 5.2.33 所示的“文本”对话框。

Step3. 在类型区域的下拉列表中选择曲线上选项；选取图 5.2.34 所示的曲线为文本放置曲线。

图 5.2.33 所示“文本”对话框中的部分选项的说明如下。

- 类型区域：该区域的下拉列表中包括平面副、曲线上和面上三个选项，用于定义文本的放置类型。
  - ☑ 平面副：该选项用于创建在平面上的文本。
  - ☑ 曲线上：该选项用于沿曲线创建文本。
  - ☑ 面上：该选项用于在一个或多个相连面上创建文本。

Step4. 在对话框文本属性区域的文本框中输入文本字符串“北京兆迪科技有限公司”；在线型下拉列表中选择黑体选项。

Step5. 定义文本尺寸大小。在对话框尺寸区域的偏置文本框中输入值 5，在长度文本框中输入值 200，在高度文本框中输入值 15，其他设置保持系统默认参数设置值。

Step6. 单击对话框中的< 确定 >按钮，完成文本曲线的创建。

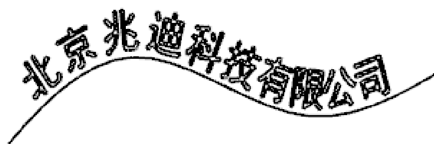
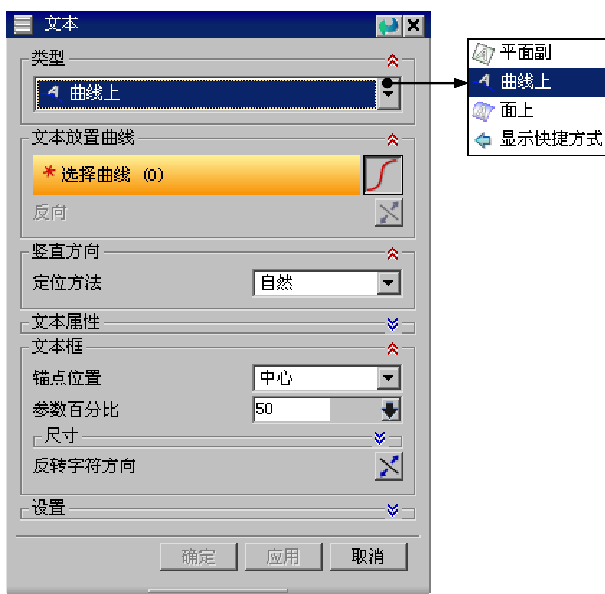


图 5.2.32 创建的文本曲线



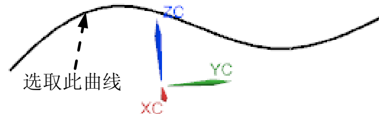


图 5.2.34 定义放置曲线

图 5.2.33 “文本”对话框

5.2.3 派生曲线

派生曲线是指利用现有的曲线，通过不同的方式而创建的新曲线。在 UG NX 10.0 中，主要是通过在插入(S)下拉菜单的派生曲线(U)子菜单中选择相应的命令来进行操作。下面将分别对镜像、偏置、在面上偏置和投影等方法进行介绍。

1. 镜像

曲线的镜像是指利用一个平面或基准平面（称为镜像中心平面）将源曲线进行复制，从而得到一个与源曲线关联或非关联的曲线。下面通过图 5.2.35 所示的例子来说明创建镜像曲线的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.03\MIRROR_CURVES.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 派生曲线(U) → 镜像(M)...命令，系统弹出“镜像曲线”对话框。

Step3. 定义镜像曲线。在图形区选取图 5.2.35a 所示的曲线，单击鼠标中键确认。此时对话框中的平面下拉列表被激活。

Step4. 选取镜像平面。在对话框的平面下拉列表中选择现有平面选项，定义图中基准平面为镜像平面。

Step5. 单击确定按钮（或单击中键），完成镜像曲线的创建。

2. 偏置

偏置曲线是通过移动选中的曲线对象来创建新的曲线。使用下拉菜单插入(S) → 派生曲线(U) → 偏置(O)...命令可以偏置由直线、圆弧、二次曲线、样条及边缘组成的线串。曲线可以在选中曲线所定义的平面内偏置，也可以使用拔模方法偏置到一个平行平面上，或者沿着使用3D 轴向方法时指定的矢量进行偏置。下面将对“拔模”和“3D 轴向”两种偏置方法分别进行介绍。

方式一：拔模

通过图 5.2.36 所示的例子来说明用“拔模”方式创建偏置曲线的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.03\OFFSET_CURVE_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 派生曲线(U) → 偏置(O)...命令，系统弹出图 5.2.37 所示的“偏置曲线”对话框（一）。

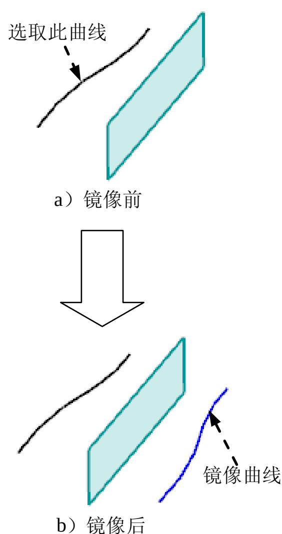


图 5.2.35 镜像曲线

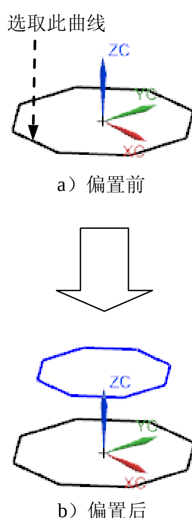


图 5.2.36 偏置曲线的创建



图 5.2.37 “偏置曲线”对话框（一）

Step3. 在对话框类型区域的下拉列表中选择拔模选项；选取图 5.2.36a 所示的曲线为偏置对象。

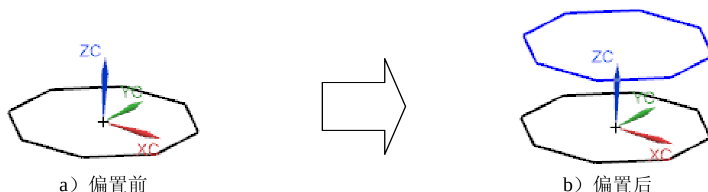
Step4. 在对话框偏置区域的高度文本框中输入数值 60；在角度文本框中输入数值 15；在副本数文本框中输入数值 1。

注意：可以单击对话框中的按钮改变偏置的方向。

Step5. 在对话框中单击< 确定 >按钮，完成偏置曲线的创建。

方式二：3D 轴向

通过图 5.2.38 所示的例子来说明用“3D 轴向”方式创建偏置曲线的一般过程。



a）偏置前　　　　b）偏置后

图 5.2.38　偏置曲线的创建

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.03\OFFSET_CURVE_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 派生曲线(U) → 偏置(O)... 命令，系统弹出图 5.2.39 所示的“偏置曲线”对话框（二）。

Step3. 在对话框 类型 区域的下拉列表中选择 3D 轴向 选项；选取图 5.2.40 所示的曲线为偏置对象。

Step4. 在对话框 偏置 区域的 距离 文本框中输入数值 60。

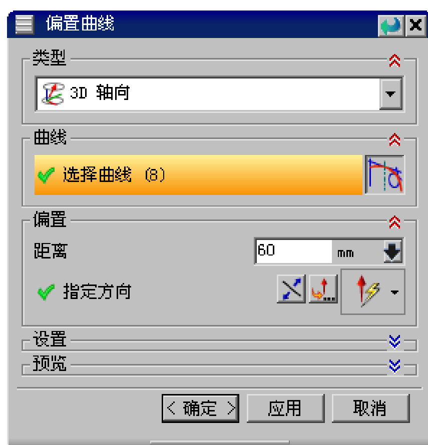


图 5.2.39　“偏置曲线”对话框（二）

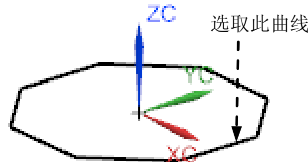


图 5.2.40　定义偏置曲线

注意：可以单击对话框中的 按钮改变偏置的方向，以达到用户想要的方向。

Step5. 在对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成偏置曲线的创建。

3．在面上偏置曲线

在面上偏置曲线是指通过偏置片体上的曲线或片体边界而创建曲线的方法。通过创建图 5.2.41 所示的曲线来说明在面上偏置曲线的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.03\OFFSET_ON_SURFACE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 派生曲线(U) → 在面上偏置... 命令，系统弹出图 5.2.42 所示的“在面上偏置曲线”对话框。

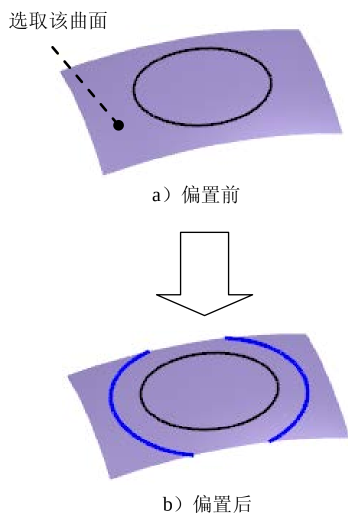


图 5.2.41　在面上偏置曲线

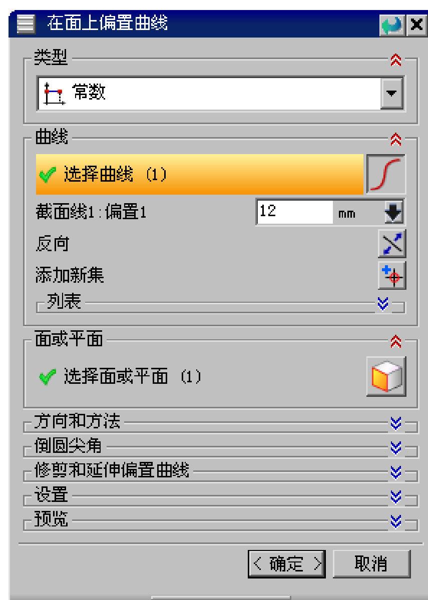


图 5.2.42　“在面上偏置曲线”对话框

Step3. 选择面上的曲线为偏置对象；在对话框曲线区域的截面线1:偏置1文本框中输入偏置值 12。在面或平面区域选取图 5.2.41 所示的曲面为参照。

Step4. 在修剪和延伸偏置曲线区域选中所有复选框，单击< 确定 >按钮，完成曲线的偏置。

图 5.2.42 所示的“在面上偏置曲线”对话框中部分选项的功能说明如下。

- 修剪和延伸偏置曲线区域：包括☑ 在截面内修剪至彼此、☑ 在截面内延伸至彼此、☑ 修剪至面的边、☑ 延伸至面的边和☑ 移除偏置曲线内的自相交五个复选框。
  - ☑ ☑ 在截面内修剪至彼此：对于偏置的曲线相互之间进行修剪。
  - ☑ ☑ 在截面内延伸至彼此：对于偏置的曲线相互之间进行延伸。
  - ☑ ☑ 修剪至面的边：对于偏置曲线裁剪到边缘。
  - ☑ ☑ 延伸至面的边：对于偏置曲线延伸到曲面边缘。
  - ☑ ☑ 移除偏置曲线内的自相交：将偏置曲线中出现自相交的部分移除。

4．投影

投影可以将曲线、边缘和点映射到片体、面、平面和基准平面上。投影曲线在孔或面边缘处都要进行修剪，投影之后，可以自动合并输出的曲线。创建图 5.2.43 所示的投影曲线的一般操作过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.03\PROJECT.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) ➡ 派生曲线(U) ➡ 投影(P)...命令，系统弹出图 5.2.44 所示的“投影曲线”对话框。

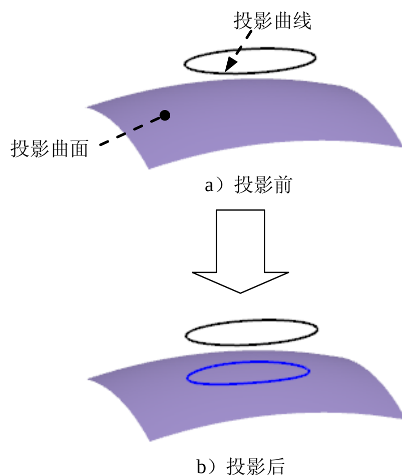


图 5.2.43　投影曲线的创建

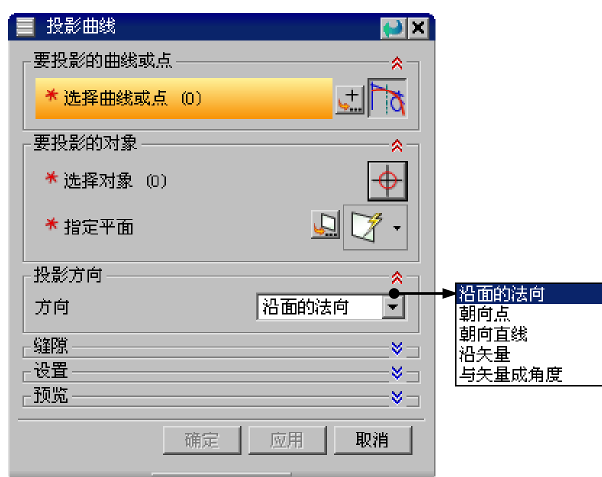


图 5.2.44　“投影曲线”对话框

图 5.2.44 所示“投影曲线”对话框的投影方向下拉列表中部分选项的说明如下。

- 沿面的法向：此方式是沿所选投影面的法向，向投影面投影曲线。
- 朝向点：此方式用于从原定义曲线朝着一个点，向选取的投影面投影曲线。
- 沿矢量：此方式用于沿设定的矢量方向，向选取的投影面投影曲线。
- 朝向直线：此方式用于从原定义曲线朝着一条现有曲线，向选取的投影面投影曲线。
- 与矢量成角度：此方式用于沿与设定矢量方向成一角度的方向，向选取的投影面投影曲线。

Step3. 在图形区选取如图 5.2.43a 所示的曲线，单击中键确认。

Step4. 定义投影面。在对话框投影方向区域的方向下拉列表中选择沿面的法向选项，然后选取图 5.2.43a 所示的曲面作为投影曲面。

Step5. 在“投影曲线”对话框中单击确定按钮，完成投影曲线的创建。

5. 组合投影

组合投影曲线是将两条不同的曲线沿着指定的方向进行投影和组合，而得到的第三条曲线。两条曲线的投影必须相交。在创建过程中，可以指定新曲线是否与输入曲线关联，以及对输入曲线作保留、隐藏等方式的处理。创建图 5.2.45 所示的组合投影曲线的一般过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.03\COM_PROJECT.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) ➞ 派生曲线(U) ➞ 组合投影(C)...命令，系统弹出图 5.2.46 所示的“组合投影”对话框。

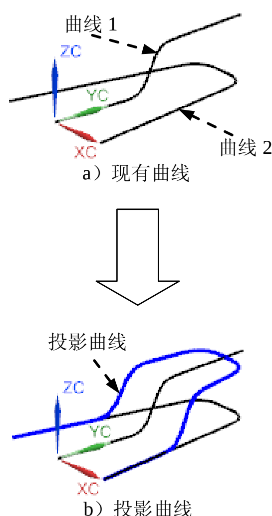


图 5.2.45　组合投影曲线的创建

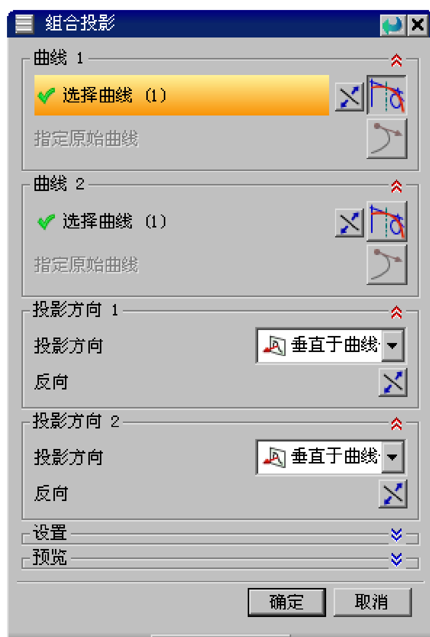


图 5.2.46　“组合投影”对话框

Step3. 在图形区选取图 5.2.45 所示的曲线 1 作为第一曲线串，单击鼠标中键确认。

Step4. 选取图 5.2.45a 所示的曲线 2 作为第二曲线串。

Step5. 定义投影矢量。在投影方向 1 和投影方向 2 的下拉列表中选择垂直于曲线平面选项。

Step6. 单击确定按钮，完成组合投影曲线的创建。

6. 桥接

桥接(B)...命令可以创建位于两曲线上用户定义点之间的连接曲线。输入曲线可以是片体或实体的边缘。生成的桥接曲线可以在两曲线确定的面上，或者在自行选择的约束曲面上。

下面通过创建图 5.2.47 所示的曲线来说明创建桥接曲线的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.03\BRIDGE_CURVE.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 派生曲线(U) → 桥接(B)...命令，系统弹出图 5.2.48 所示的“桥接曲线”对话框。

Step3. 定义桥接曲线。在图形区依次选取图 5.2.47a 所示的曲线 1 和曲线 2。

Step4. 完成曲线桥接的操作。设置图 5.2.48 所示的参数，单击“桥接曲线”对话框中的< 确定 >按钮，完成曲线桥接的操作。

注意：可以单击对话框中的按钮改变曲线方向及相切方向，以达到用户想要的方向。

说明：通过在形状控制区域中的开始、结束文本框中输入数值或拖动相对应的滑块，可以

调整桥接曲线端点的位置，图形区中显示的图形也会随之改变。

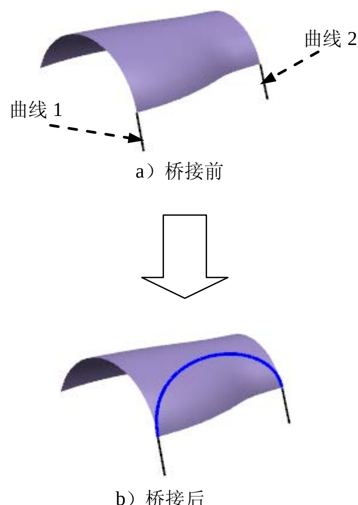


图 5.2.47　创建桥接曲线

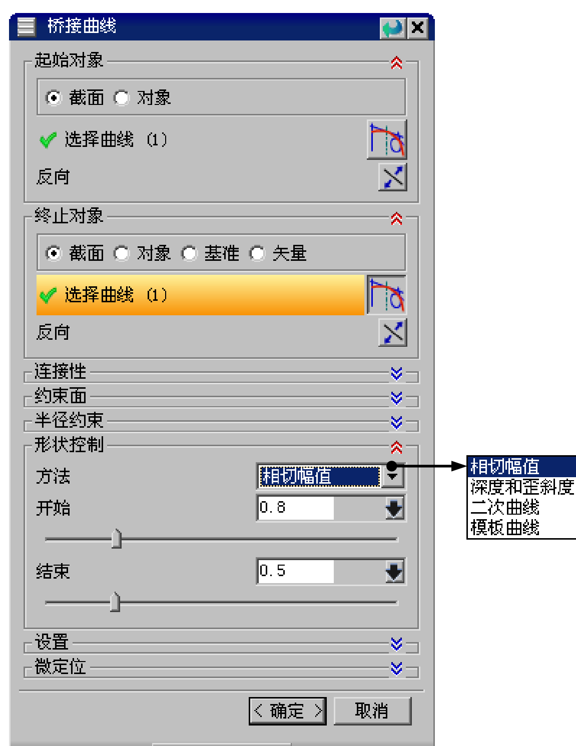


图 5.2.48　“桥接曲线”对话框

图 5.2.48 所示“桥接曲线”对话框中“形状控制”区域的部分选项说明如下。

- 相切幅值：用户通过使用滑块推拉第一条曲线及第二条曲线的一个或两个端点，或在文本框中键入数值来调整桥接曲线。滑块范围表示相切的百分比。初始值在 0.0 和 3.0 之间变化。如果在一个文本框中输入大于 3.0 的数值，则几何体将作相应的调整，并且相应的滑块将增大范围以包含这个较大的数值。
- 深度和歪斜度：该滑块用于控制曲线曲率影响桥接的程度。在选中两条曲线后，可以通过移动滑块来更改深度和歪斜度。歪斜滑块的值为曲率影响程度的百分比；深度滑块控制最大曲率的位置。滑块的值是沿着桥接从曲线 1 到曲线 2 之间的距离数值。
- 二次曲线：通过改变二次曲线的饱满程度来更改桥接曲线的形状。将启用 Rho 值及滑块数据输入文本框。
  - ☑ Rho：表示从曲线端点到顶点的距离比值。Rho 值的范围是 0.01 ～ 0.99。二次曲线形状控制只能和“相切”（方向区域的⊙相切复选框）连续方法同时使用。小的 Rho 值会生成很平的二次曲线，而大的 Rho 值（接近 1）会生成很尖的二次曲线。

说明：此例中创建的桥接曲线可以约束在选定的曲面上。其操作步骤要增加：在“桥

接曲线”对话框的约束面区域中单击按钮，选取图 5.2.49a 所示的曲面为约束面。结果如图 5.2.49b 所示。

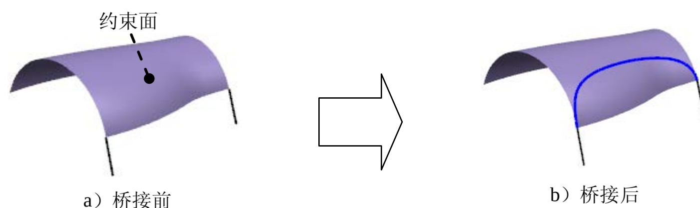


图 5.2.49　添加约束面的桥接曲线

5.2.4　来自体的曲线

来自体的曲线主要是从已有模型的边、相交线等提取出来的曲线，主要类型包括相交曲线、截面线和抽取曲线等。

1．相交曲线

利用求交(I)...命令可以创建两组对象之间的相交曲线。相交曲线可以是关联的或不关联的，关联的相交曲线会根据其定义对象的更改而更新。用户可以选择多个对象来创建相交曲线。下面以图 5.2.50 所示的例子来介绍创建相交曲线的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.04\INTER_CURVE.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 派生曲线(U) → 求交(I)...命令，系统弹出“相交曲线”对话框，如图 5.2.51 所示。

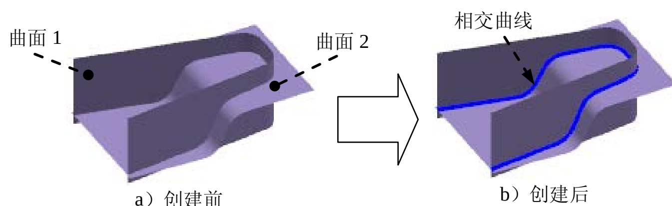


图 5.2.50　相交曲线的创建



图 5.2.51　“相交曲线”对话框

Step3. 定义相交曲面。在图形区选取图 5.2.50a 所示的曲面 1，单击中键确认，然后选取曲面 2，其他选项均采用默认值。

Step4. 单击“相交曲线”对话框中的< 确定 >按钮，完成相交曲线的创建。

2. 截面曲线

使用截面(S)...命令可以在指定平面与体、面、平面和（或）曲线之间创建相关或不相关的相交曲线。平面与曲线相交可以创建一个或多个点。下面以图 5.2.52 所示的例子来介绍创建截面曲线的一般过程。

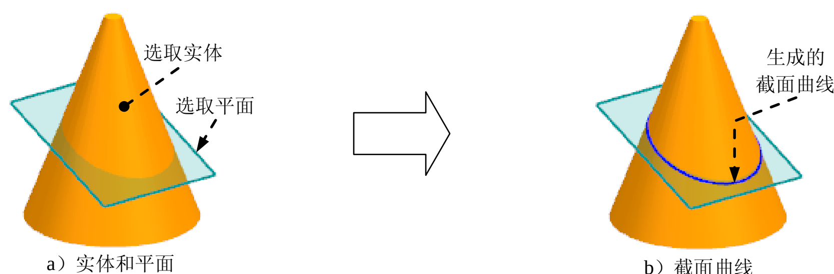


图 5.2.52　创建截面曲线

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.04\SECTION_CURVE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 派生曲线(U) ➡ 截面(S)... 命令，系统弹出“截面曲线”对话框，如图 5.2.53 所示。

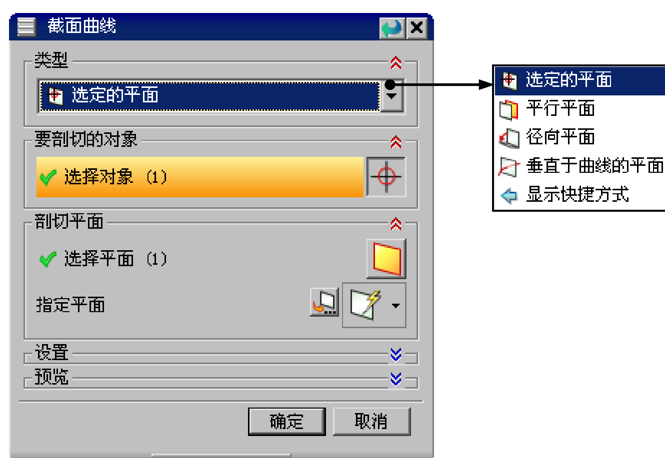


图 5.2.53　“截面曲线”对话框

Step3. 在图形区选取图 5.2.52a 所示的实体，单击中键。

Step4. 在对话框的剖切平面区域中单击* 指定平面按钮，选取图 5.2.52a 所示的平面，其他选项均采用默认设置。

Step5. 单击“截面曲线”对话框中的 确定 按钮，完成截面曲线的创建。

图 5.2.53 所示“截面曲线”对话框中的部分选项的说明如下。

- 类型区域：该区域的下拉列表中包括选定的平面选项、平行平面 选项、径向平面

选项和垂直于曲线的平面选项，用于设置创建截面曲线的类型。

- ☑ 选定的平面选项：该方法可以通过选定的单个平面或基准平面来创建截面曲线。
- ☑ 平行平面 选项：使用该方法可以通过指定平行平面集的基本平面、步长值和起始及终止距离来创建截面曲线。
- ☑ 径向平面选项：使用该方法可以指定定义基本平面所需的矢量和点、步长值以及径向平面集的起始角和终止角。
- ☑ 垂直于曲线的平面选项：该方法允许用户通过指定多个垂直于曲线或边缘的剖截平面来创建截面曲线。

● 设置区域的☑ 关联复选框：如果选中该选项，则创建的截面曲线与其定义对象和平面相关联。

3. 抽取曲线

使用抽取(E)...命令可以通过一个或多个现有体的边或面创建直线、圆弧、二次曲线和样条曲线，而体不发生变化。大多数抽取曲线是非关联的，但也可选择创建相关的等斜度曲线或阴影外形曲线。选择下拉菜单插入(S) → 派生曲线(U) → 抽取(E)...命令，系统弹出“抽取曲线”对话框。

下面以图 5.2.54 所示的例子来介绍利用“边曲线”创建抽取曲线的一般过程。

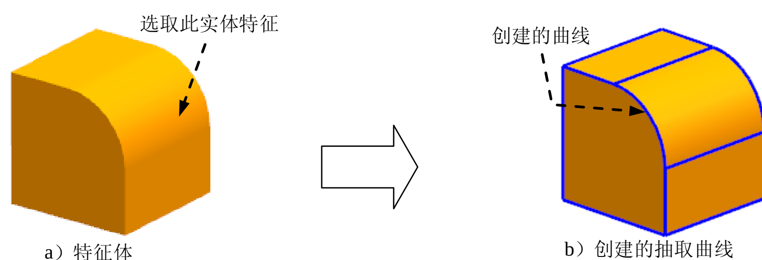


图 5.2.54 创建抽取曲线

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.02.04\SOLID_CURVE.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 派生曲线(U) → 抽取(E)...命令，系统弹出“抽取曲线”对话框。

Step3. 单击 边曲线 按钮，系统弹出如图 5.2.55 所示的“单边曲线”对话框。

Step4. 在“单边曲线”对话框中单击 实体上所有的 按钮，系统弹出图 5.2.56 所示的“实体中的所有边”对话框，选取图 5.2.54a 所示的拉伸体。

Step5. 单击 确定 按钮，返回“单边曲线”对话框。

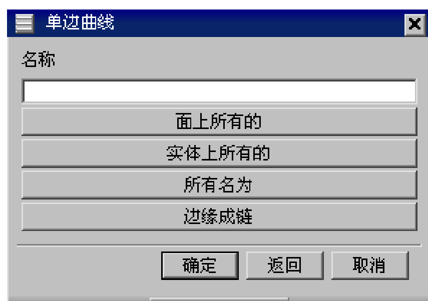


图 5.2.55　“单边曲线”对话框

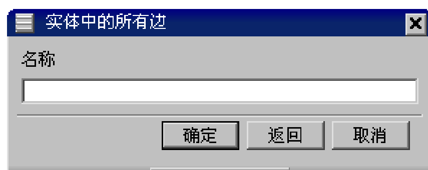


图 5.2.56　“实体中的所有边”对话框

Step6. 单击“单边曲线”对话框中的确定按钮，完成抽取曲线的创建。单击取消按钮退出对话框。

图 5.2.55 所示“单边曲线”对话框中各按钮的说明如下。

- 面上所有的：所选表面的所有边。
- 实体上所有的：所选实体的所有边。
- 所有名为：所有命名相似的曲线。
- 边缘成链：所选链的起始边与结束边按某一方向连接而成的曲线。

5.3　曲线曲率分析

曲线质量的好坏对由该曲线产生的曲面、模型等的质量有重大的影响。曲率梳依附曲线存在，最直观地反映了曲线的连续特性。曲率梳是指系统用梳状图形的方式来显示样条曲线上各点的曲率变化情况。显示曲线的曲率梳后，能方便地检测曲率的不连续性、突变和拐点，在多数情况下这些是不希望存在的。显示曲率梳后，在对曲线进行编辑时，可以很直观地调整曲线的曲率，直到得出满意的结果为止。

下面以图 5.3.1 所示的曲线为例，说明显示样条曲线曲率梳的操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.03\COMBS.prt。

Step2. 选取图 5.3.1 所示的曲线。

Step3. 选择下拉菜单分析(L) → 曲线(C) → 显示曲率梳(C)命令，在绘图区显示图 5.3.2 所示的曲率梳。

说明：再次选择下拉菜单分析(L) → 曲线(C) → 显示曲率梳(C)命令，则绘图区中不再显示曲率梳。

Step4. 选择下拉菜单分析(L) → 曲线(C) → 曲线分析(U)命令，系统弹出图 5.3.3 所示的“曲线分析”对话框。

Step5. 在“曲线分析”对话框中定义图 5.3.3 所示的参数。

Step6. 在“曲线分析”对话框中单击 确定 按钮，完成曲率梳分析，如图 5.3.4 所示。

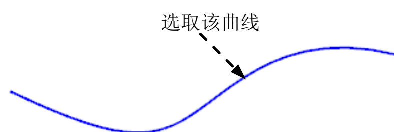


图 5.3.1 样条曲线

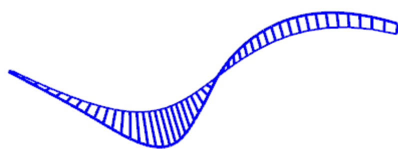


图 5.3.2 显示曲率梳（一）

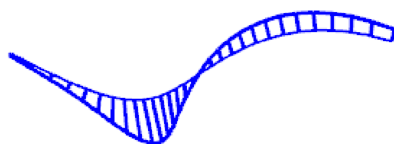


图 5.3.4 显示曲率梳（二）



图 5.3.3 “曲线分析”对话框

5.4 创建简单曲面

UG NX 10.0 具有强大的曲面功能，并且对曲面的修改、编辑等非常方便。本节主要介绍一些简单曲面的创建，主要内容包括：曲面网格显示、有界平面的创建、拉伸/旋转曲面的创建、偏置曲面的创建以及曲面的抽取。

5.4.1 曲面网格显示

曲面的显示样式除了常用的着色、线框等外，还可以用网格线的形式显示出来，与其他显示样式相同，网格显示仅仅是对特征的显示，而对特征没有丝毫的修改或变动。下面以图 5.4.1 所示的模型为例，来说明曲面网格显示的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.04\STATIC_WIREFRAME.prt。

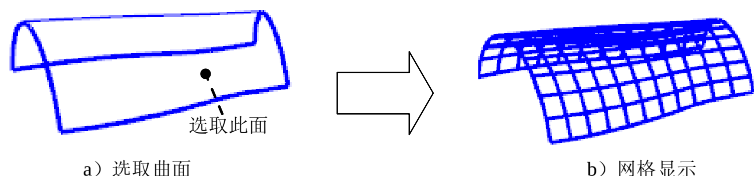


图 5.4.1　曲面网格的显示

Step2. 调整视图显示。在图形区右击，在弹出的图 5.4.2 所示的快捷菜单中选择 渲染样式(D) → 静态线框(W) 命令，图形区中的模型变成线框状态。

说明：模型在“着色”状态下是不显示网格线的，网格线只在“静态线框”“面分析”和“局部着色”三种状态下才可以显示出来。

Step3. 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) → 对象显示(J)... 命令时，系统弹出“类选择”对话框。

Step4. 选取网格显示的对象。在图形区选取图 5.4.1a 所示的曲面，单击“类选择”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“编辑对象显示”对话框，如图 5.4.3 所示。

Step5. 定义参数。在“编辑对象显示”对话框中设置图 5.4.3 所示的参数，其他参数采用默认设置值。

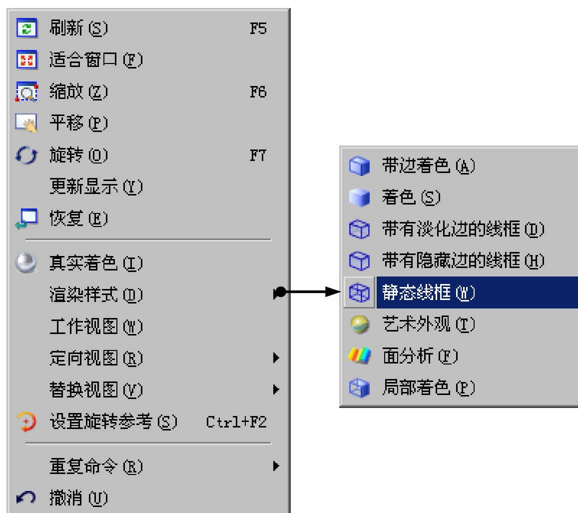


图 5.4.2　快捷菜单

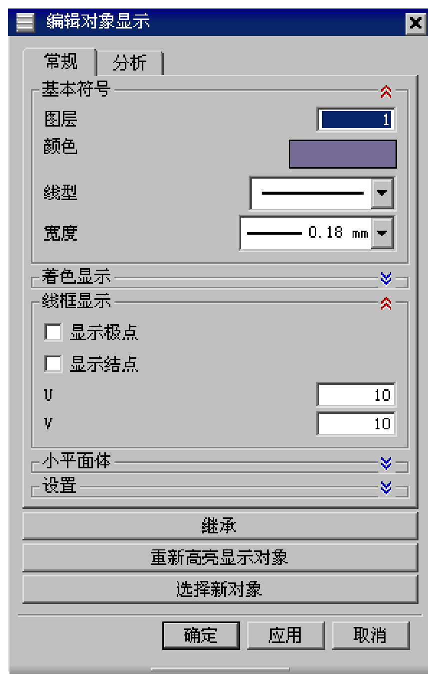


图 5.4.3　“编辑对象显示”对话框

Step6. 单击“编辑对象显示”对话框中的 确定 按钮，完成曲面网格显示的设置。

5.4.2 创建拉伸和旋转曲面

拉伸曲面和旋转曲面的创建方法与相应的实体特征相同，只是要求生成特征的类型不同。下面将对这两种方法作简单介绍。

1．创建拉伸曲面

拉伸曲面是将截面草图沿着某一方向拉伸而成的曲面（拉伸方向多为草图平面的法线方向）。下面以图 5.4.4 所示的模型为例，来说明创建拉伸曲面特征的一般操作过程。

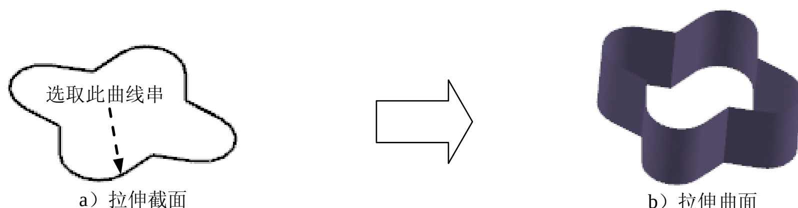


图 5.4.4 创建拉伸曲面

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.04\EXTRUDE_SURF.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 拉伸(E)... 命令，系统弹出“拉伸”对话框。

Step3. 定义拉伸截面。在图形区选取图 5.4.4a 所示的曲线串为特征截面。

Step4. 确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 0；在 限制 区域的 终点 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 22。

Step5. 定义拉伸特征的体类型。在对话框 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项，其他选用默认设置。

Step6. 单击“拉伸”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成拉伸曲面的创建。

说明： *在设置拉伸方向时可以与草图平面成一定的角度，如图 5.4.5b 的拉伸特征所示。*

2．创建旋转曲面

图 5.4.6 所示的旋转曲面特征的创建过程如下。

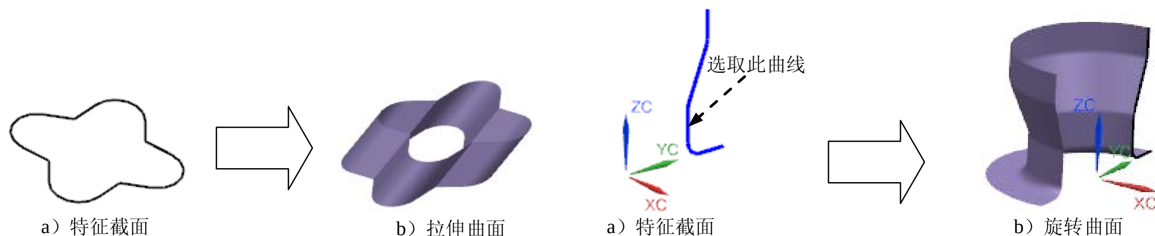


图 5.4.5 拉伸曲面

图 5.4.6 旋转曲面

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.04\ROTATE_SURF.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 旋转(R)... 命令，系统弹出“旋转”对话框。

Step3. 定义旋转截面。在图形区选取图 5.4.6a 所示的曲线为旋转截面。

Step4. 定义旋转轴。在图形区选择 ZC 轴为旋转轴。选取坐标系原点为指定点。

Step5. 定义旋转角度。在 极限 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 角度 文本框中输入数值 0；在 终点 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 角度 文本框中输入数值 180。

Step6. 定义旋转特征的体类型。在对话框 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项，其他选用默认参数设置值。

Step7. 单击“旋转”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成旋转曲面的创建。

说明：在定义旋转轴时如选择系统的基准轴，则不再需要选取定义点，而可以直接创建旋转特征。

5.4.3 有界平面的创建

使用“有界平面”命令可以创建平整曲面，利用拉伸也可以创建曲面，但拉伸创建的是有深度参数的二维或三维曲面，而有界平面创建的是没有深度参数的二维曲面。下面以图 5.4.7a 所示的模型为例，来说明创建有界平面的一般操作过程。

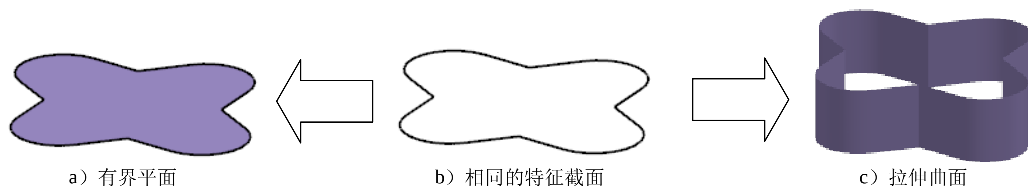


图 5.4.7 有界平面与拉伸曲面的比较

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.04\AMBIT_SURF.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 曲面(R) → 有界平面(B)... 命令，系统弹出“有界平面”对话框。

Step3. 在图形区选取图 5.4.7b 所示的曲线串，在“有界曲面”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成有界曲面的创建。

说明：在创建“有界平面”时所选取的曲线串必须由同一个平面作为载体，即“有界平面”的边界线要求共面。否则不能创建曲面。

5.4.4 曲面的偏置

曲面的偏置用于创建一个或多个现有面的偏置曲面，从而得到新的曲面。下面分别对创建偏置曲面和偏移曲面进行介绍。

1. 创建偏置曲面

下面以图 5.4.8 所示的偏置曲面为例，来说明其一般创建过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.04\OFFSET_SURFACE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 偏置曲面(O)... 命令，系统弹出图 5.4.9 所示的“偏置曲面”对话框。

Step3. 在图形区选取图 5.4.10 所示的曲面，此时图形区中出现曲面的偏置方向。

Step4. 定义偏置的距离。在 偏置 1 文本框中输入偏置距离值 5，单击鼠标中键确认。在“偏置曲面”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成偏置曲面的创建。



图 5.4.8 偏置曲面的创建

图 5.4.9 “偏置曲面”对话框

图 5.4.10 偏置方向

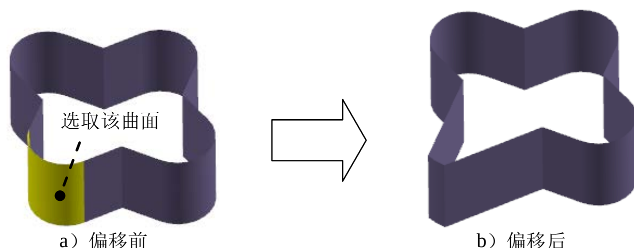
2. 偏置面

偏置面是将用户选定的面沿着其法向方向偏移一段距离，这一过程不会产生新的曲面。下面以图 5.4.11 所示的模型为例，来说明偏置面的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.04\OFFSET_FACE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 偏置面(F)... 命令，系统弹出图 5.4.12 所示的“偏置面”对话框。

Step3. 在图形区选取图 5.4.11 所示的曲面，然后在“偏置面”对话框的 偏置 文本框中输入数值 10，单击 < 确定 > 按钮，完成曲面的偏置操作。



a）偏移前　　b）偏移后

图 5.4.11　偏移曲面

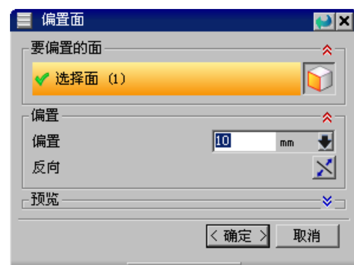


图 5.4.12　“偏置面”对话框

5.4.5　曲面的抽取

曲面的抽取即从一个实体或片体抽取曲面来创建片体，曲面的抽取就是复制曲面的过程。抽取独立曲面时，只需单击此面即可；抽取区域曲面时，是通过定义种子曲面和边界曲面来创建片体，创建的片体是从种子面开始向四周延伸到边界曲面的所有曲面构成的片体（其中包括种子曲面，但不包括边界曲面），这种方法在加工中定义切削区域时特别重要。下面分别介绍抽取独立曲面和抽取区域曲面。

1．抽取独立曲面

下面以图 5.4.13 所示的模型为例，来说明创建抽取曲面的一般操作过程（图 5.4.13b 中实体模型已隐藏）。

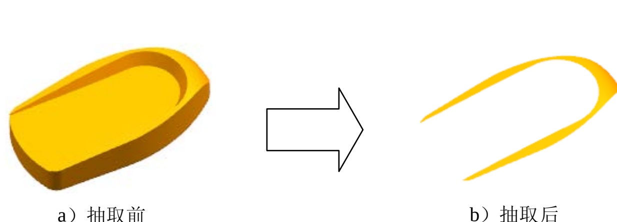
Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.04\EXTRACTED_SURF.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 抽取几何特征(E)... 命令，系统弹出“抽取几何特征”对话框。

Step3．定义抽取类型。在对话框 类型 区域的下拉列表中选择 面 选项。

Step4．定义选取类型。在对话框 面 区域的 面选项 下拉列表中选择 单个面 选项。

Step5．选取图 5.4.14 所示的曲面。



a）抽取前　　b）抽取后

图 5.4.13　抽取独立曲面

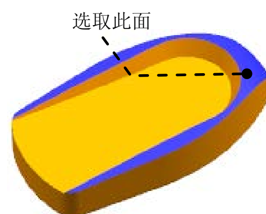


图 5.4.14　选取曲面

Step6．在对话框的 设置 区域中选中 ☑ 隐藏原先的 复选框，其他设置接受系统默认设置。单击对话框中的 < 确定 > 按钮，完成抽取独立曲面的操作。

2．抽取区域曲面

抽取区域曲面就是通过定义种子曲面和边界曲面来选择曲面，这种方法将选取从种子

曲面开始向四周延伸，直到边界曲面的所有曲面（其中包括种子曲面，但不包括边界曲面）。下面以图 5.4.15 所示的模型为例，来说明创建抽取区域曲面的一般操作过程（图 5.4.15b 中的实体模型已隐藏）。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.04\EXTRACTED_REGION.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) ▸ → 抽取几何特征(E)... 命令，系统弹出“抽取几何特征”对话框。

Step3. 定义抽取类型。在对话框 类型 区域的下拉列表中选择 面区域 选项。

Step4. 定义种子面。在图形区选取图 5.4.16 所示的曲面作为种子面。

Step5. 定义边界曲面。选取图 5.4.17 所示的边界曲面。

Step6. 在对话框的 设置 区域中选中 ☑ 隐藏原先的 复选框，其他参数采用默认设置值。单击 < 确定 > 按钮，完成抽取区域曲面的操作。

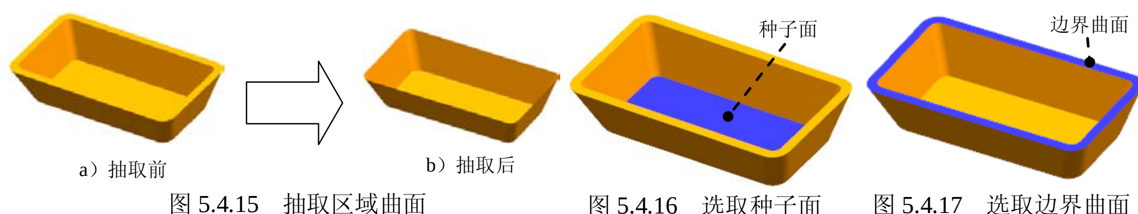


图 5.4.15　抽取区域曲面　　图 5.4.16　选取种子面　　图 5.4.17　选取边界曲面

5.5　创建自由曲面

自由曲面的创建是 UG 建模模块的重要组成部分。本节将学习 UG 中常用且较重要的曲面创建方法，其中包括网格曲面、扫掠曲面、桥接曲面、艺术曲面、截面体曲面、N 边曲面和弯边曲面。

5.5.1　网格曲面

在创建曲面的方法中网格曲面较为重要，尤其是四边面的创建。在四边面的创建中能够很好地控制面的连续性并且容易避免收敛点的生成，从而保证面的质量较高。这在后续的产品中尤为重要。下面分别介绍几种网格面的创建方法。

1. 直纹面

直纹面可以理解为通过一系列直线连接两组线串而形成的一张曲面。在创建直纹面时只能使用两组线串，这两组线串可以是封闭的，也可以不封闭。下面以图 5.5.1 为例，来说明创建直纹面的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.01\RULED.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 直纹(R)... 命令，系统弹出图 5.5.2 所示的“直纹”对话框。

Step3. 选取截面线串 1。在图形区中选取图 5.5.1a 所示的曲线串 1，单击中键确认。

Step4. 选取截面线串 2。在图形区中选取图 5.5.1a 所示的曲线串 2。

Step5. 设置对齐方式。在“直纹”对话框的 对齐 区域中选中 ☑ 保留形状 复选框，在 对齐 下拉列表中选择 参数 选项；在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项。

Step6. 在“直纹”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成直纹面的创建。

2. 通过曲线组

使用 通过曲线组(T)... 命令可以通过同一方向上的一组曲线轮廓线创建曲面（当轮廓线封闭时，生成的则为实体）。曲线轮廓线称为截面线串，截面线串可由单个对象或多个对象组成，每个对象都可以是曲线、实体边等。图 5.5.3 所示“通过曲线”创建曲面的过程如下。

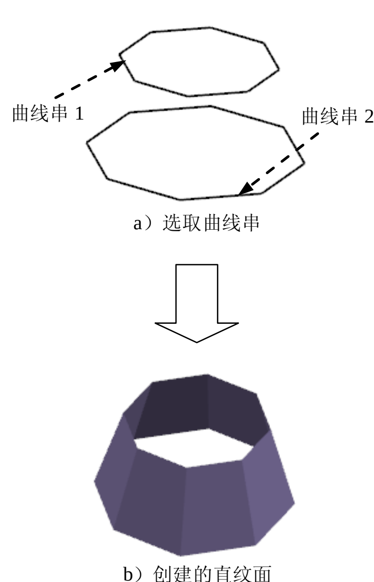


图 5.5.1　直纹面的创建



图 5.5.2　“直纹”对话框

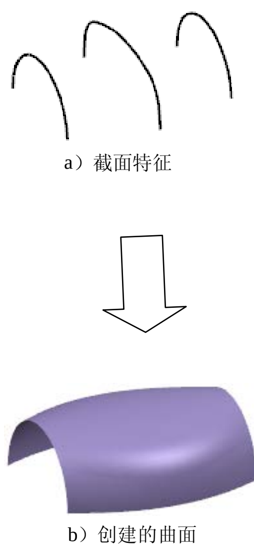


图 5.5.3　通过曲线创建曲面

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.01\THROUGH_CURVES.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线组(T)... 命令，系统弹出图 5.5.4 所示的“通过曲线组”对话框（一）。

Step3. 定义截面线串。在图形区中依次选取图 5.5.5 所示的曲线串 1、曲线串 2 和曲线串 3，并分别单击中键确认。

注意：选取截面线串后，图形区显示的箭头矢量应该处于截面线串的同侧（图 5.5.5c），

否则生成的片体将被扭曲。后面介绍的通过曲线网格创建曲面也有类似问题。

Step4. 设置参数。其他均采用默认设置值，单击 < 确定 > 按钮，完成曲面的创建。

图 5.5.4 所示“通过曲线组”对话框（一）中的部分选项说明如下。

- 截面区域中的列表区域：用于显示被选取的截面线串。

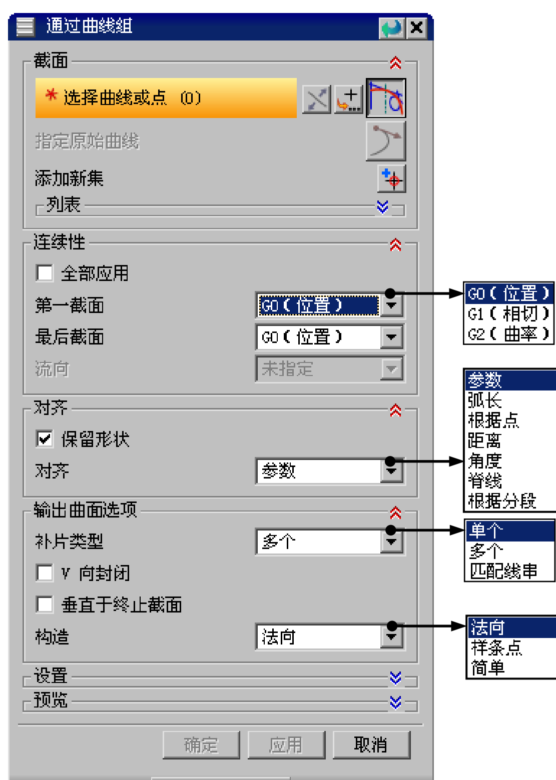


图 5.5.4 “通过曲线组”对话框（一）

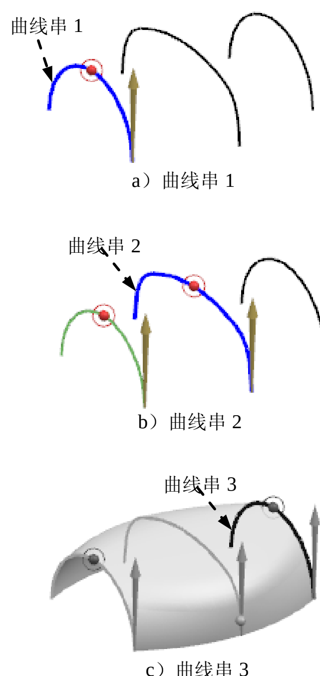


图 5.5.5 定义截面线串

- 连续性区域下拉列表用于对所生成曲面的起始端和终止端定义约束条件。
  - ☑ G0（位置）：生成的曲面与指定面点连续。
  - ☑ G1（相切）：生成的曲面与指定面相切连续。
  - ☑ G2（曲率）：生成的曲面与指定面曲率连续。
- 对齐下拉列表：该下拉列表中的选项与“直纹面”命令中的相似，除了包括参数、弧长、根据点、距离、角度和脊线六种对齐方法外，还有一个根据分段选项，该选项中包含段数最多的截面曲线，按照每一段曲面的长度比例划分其余的截面曲线，并建立连接对应点。
- 阶次文本框：该文本框用于设置生成曲面的 v 向阶次。当选取了截面线串后，在列表区域中选择一组截面线串，系统弹出图 5.5.6 所示的“通过曲线组”对话框。

图 5.5.6 所示“通过曲线组”对话框中（二）的部分按钮说明如下。

- （移除线串）：单击该按钮，选中的截面线串被删除。

- （向上移动串）：单击该按钮，选中的截面线串移至上一个截面线串的上级。
- （向下移动串）：单击该按钮，选中的截面线串移至下一个截面线串的下级。

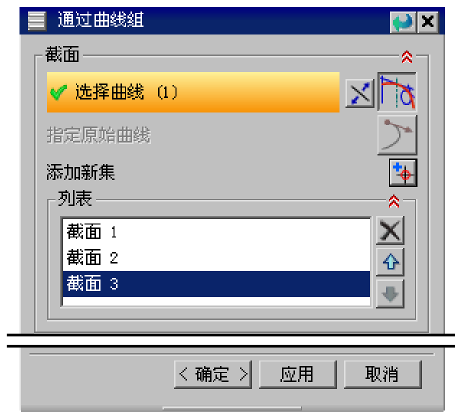


图 5.5.6　“通过曲线组”对话框（二）

3．通过曲线网格

使用“通过曲线网格”命令可以沿着不同方向的两组线串创建曲面。一组同方向的线串定义为主曲线，另外一组和主线串不在同一平面的线串定义为交叉线串，定义的主曲线与交叉线串必须在设定的公差范围内相交。这种创建曲面的方法定义了两个方向的控制曲线，可以很好地控制曲面的形状，因此它也是最常用的创建曲面的方法之一。下面将以图 5.5.7 为例说明通过曲线网格创建曲面的一般过程。

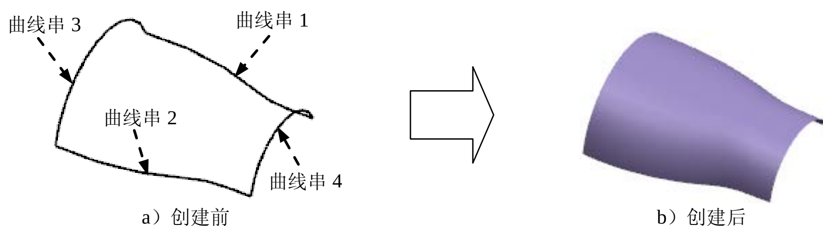


图 5.5.7　通过曲线网格创建曲面

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.01\THROUTH_ MESH.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 网格曲面(M) ➡ 通过曲线网格(M)... 命令，系统弹出图 5.5.8 所示的“通过曲线网格”对话框。

Step3. 定义主线串。在图形区中依次选取图 5.5.7a 所示的曲线串 1 和曲线串 2 为主线串，并分别单击中键确认。

Step4. 定义交叉线串。单击中键完成主线串的选取，在图形区选取图 5.5.7a 所示的曲线串 3 和曲线串 4 为交叉线串，分别单击中键确认。

Step5. 单击 < 确定 > 按钮，完成通过曲线网格曲面的创建。

图 5.5.8 所示“通过曲线网格”对话框的部分选项说明如下。

- 着重下拉列表：该下拉列表用于控制系统在生成曲面的时候更强调主线串还是交叉线串，或者两者有同样效果。
  - ☑ 两者皆是：系统在生成曲面的时候，主线串和交叉线串有同样效果。
  - ☑ 主线串：系统在生成曲面的时候，更强调主线串。
  - ☑ 交叉线串：系统在生成曲面的时候，交叉线串更有影响。

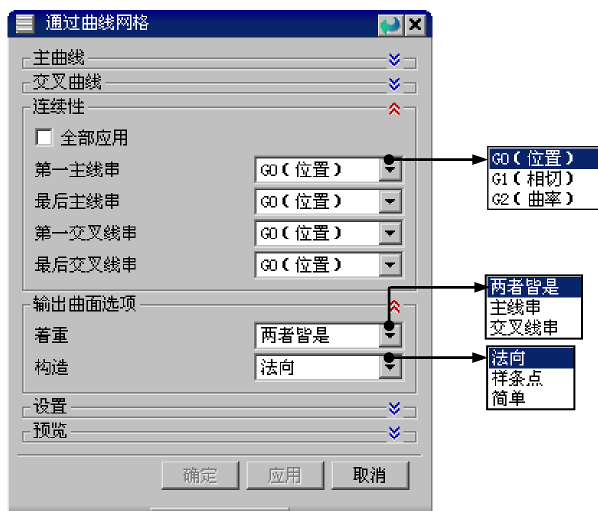


图 5.5.8 “通过曲线网格”对话框

- 构造下拉列表：
  - ☑ 法向：使用标准方法构造曲面，该方法比其他方法建立的曲面有更多的补片数。
  - ☑ 样条点：利用输入曲线的定义点和该点的斜率值来构造曲面。要求每条线串都要使用单根 B 样条曲线，并且有相同的定义点，该方法可以减少补片数，简化曲面。
  - ☑ 简单：用最少的补片数构造尽可能简单的曲面。

5.5.2 一般扫掠曲面

一般扫掠曲面就是用规定的方式沿一条（或多条）空间路径（引导线串）移动轮廓线（截面线串）而生成的曲面。

截面线串可以由单个或多个对象组成，每个对象可以是曲线、边缘或实体面，每组截面线串内的对象数量可以不同。截面线串的数量可以是 1～150 之间的任意数值。

引导线串在扫掠过程中控制着扫掠体的方向和比例。在创建扫掠体时，必须提供一条、两条或三条引导线串。提供一条引导线不能完全控制剖面大小和方向变化的趋势，需要进一步指定截面变化的方法；提供两条引导线时，可以确定截面线沿引导线扫掠的方向趋势，

但是尺寸可以改变，还需要设置截面比例变化；提供三条引导线时，完全确定了截面线被扫掠时的方位和尺寸变化，无需另外指定方向和比例就可以直接生成曲面。

下面将介绍扫掠曲面特征的一般创建过程。

1．选取一组引导线的方式进行扫掠

下面通过创建图 5.5.9b 所示的曲面，来说明用选取一组引导线方式进行扫掠的一般操作过程。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.02\SWEPT_01.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)... 命令，系统弹出图 5.5.10 所示的“扫掠”对话框。

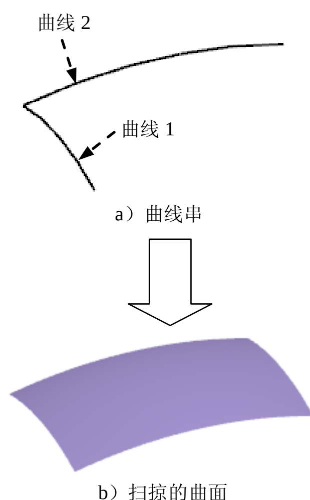


图 5.5.9 通过一条引导线扫掠

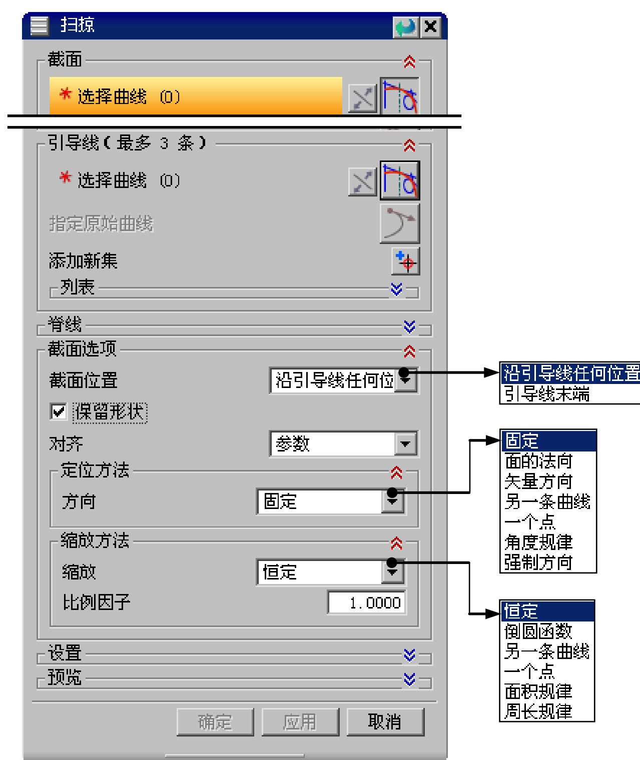


图 5.5.10 “扫掠”对话框

Step3．定义截面线串。在图形区选取图 5.5.9a 所示的曲线 1 作为截面线串，单击中键确认，再次单击中键完成截面线串的选取，准备选取引导线串。

Step4．定义引导线串。在图形区选取图 5.5.9a 所示的曲线 2 作为引导线串，单击中键确认（本例中只选择一条引导线）。

Step5．完成扫掠曲面的创建。对话框的其他设置采用系统默认设置值，单击对话框中的 < 确定 > 按钮，完成曲面的创建。

图 5.5.10 所示“扫掠”对话框中各个选项的说明如下。

- 截面选项区域的截面位置下拉列表：包括沿引导线任何位置和引导线末端两个选项，用于定义截面的位置。
  - ☑ 沿引导线任何位置选项：截面位置可以在引导线的任意位置。
  - ☑ 引导线末端选项：截面位置位于引导线末端。
- 在扫掠时，截面线串的方向无法惟一确定，所以需要通过添加约束来确定。“扫掠”对话框定位方法区域的方向下拉列表的各选项即用来设置不同约束，下面是对此下拉列表各选项的说明。
  - ☑ 固定：在截面线串沿着引导线串移动时，保持固定的方向，并且结果是简单平行的或平移的扫掠。
  - ☑ 面的法向：局部坐标系的第二个轴与一个或多个沿着引导线串每一点指定公有基面的法向向量一致，这样约束截面线串保持和基面的固定联系。
  - ☑ 矢量方向：局部坐标系的第二个轴和用户在整个引导线串上指定的矢量一致。
  - ☑ 另一条曲线：通过连接引导线串上相应的点和另一条曲线来获得局部坐标系的第二个轴（就好像在它们之间建立了一个直纹片体）。
  - ☑ 一个点：与另一条曲线相似，不同之处在于第二个轴的获取是通过引导线串和点之间的三面直纹片体的等价对象实现的。
  - ☑ 角度规律：让用户使用规律子函数定义一个规律来控制方向。旋转角度规律的方向控制具有一个最大值（限制），为 100 圈（转），36000°。
  - ☑ 强制方向：在沿导线串扫掠截面线串时，用户使用一个矢量固定截面的方向。
- 除了对要创建的曲面可以添加约束外，还可以控制要创建面的大小，这一控制是通过对话框缩放方法区域的缩放下拉列表及比例因子文本框来实现的。下面是对缩放下拉列表各选项及比例因子文本框的说明。
  - ☑ 恒定：在扫掠过程中，使用恒定的比例对截面线串进行放大或缩小。
  - ☑ 倒圆函数：定义引导线串的起点和终点的比例因子，并且在指定的起始和终止比例因子之间允许线性或三次比例。
  - ☑ 另一条曲线：使用比例线串与引导线串之间的距离作为比例参考值，但是此处在任意给定点的比例是以引导线串和其他的曲线或实边之间的直纹线长度为基础的。
  - ☑ 一个点：使用选择点与引导线串之间的距离作为比例参考值，选择此种形式的比例控制的同时，还可以（在构造三面扫掠时）使用同一个点作方向的控制。
  - ☑ 面积规律：用户使用规律函数定义剖面线串的面积来控制截面线成比例缩放，截面线串必须是封闭的。

☑ 周长规律：用户使用规律函数定义截面线串的周长来控制剖面线成比例缩放。

☑ 比例因子文本框：用于输入比例参数，大于 1 则是放大曲面。小于 1 则是缩小曲面。

注意：比例因子文本框在引导线只有一条的情况下才能编辑。

2．选取两组引导线的方式进行扫掠

下面通过创建图 5.5.11b 所示的曲面，来说明用选取两组引导线的方式进行扫掠的一般操作过程。

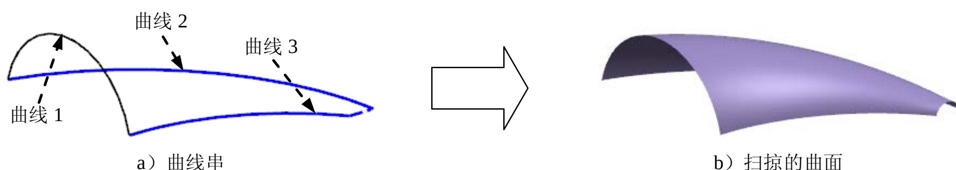


图 5.5.11　通过两组引导线扫掠

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.02\SWEPT_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)...命令，系统弹出“扫掠”对话框。

Step3. 定义截面线串。在图形区选取图 5.5.11a 所示的曲线 1 为截面线串，单击中键确认，再次单击中键完成截面线串的选取。

Step4. 定义引导线串。在图形区选取图 5.5.11a 所示的曲线 2 和曲线 3 分别为一条引导线串，并分别单击中键确认。

Step5. 完成曲面的创建。其他设置保持系统默认值，单击对话框中的< 确定 >按钮，完成曲面的创建。

3．选取三组引导线的方式进行扫掠

下面通过创建图 5.5.12b 所示的曲面，来说明用选取三组引导线的方式进行扫掠的一般操作过程。

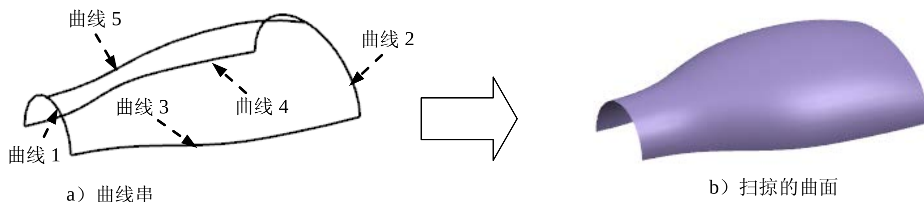


图 5.5.12　通过三组引导线扫掠

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.02\SWEPT_03.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)...命令，系统弹出“扫掠”

对话框。

Step3. 定义截面线串。在图形区中选取图 5.5.12a 所示的曲线 1 和曲线 2 分别为截面线串，并分别单击中键确认，再次单击中键完成截面线串的选取。

Step4. 定义引导线串。在图形区依次选取图 5.5.12a 所示的曲线 3、曲线 4 和曲线 5 为引导线串，并分别单击中键确认。

注意：在选择截面线串时，一定要保证两个截面的方向相同，不然不能生成正确的曲面；同时引导线串的方向也应一致，避免扭曲曲面的产生或不能构建曲面（截面线串和引导线串方向如图 5.5.13 和图 5.5.14 所示）。

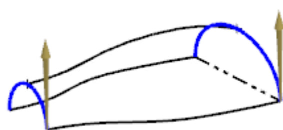


图 5.5.13　截面线串方向

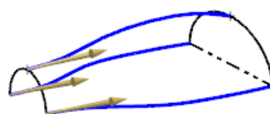


图 5.5.14　引导线串方向

Step5. 完成曲面创建。对话框的其他设置保持系统默认值，单击对话框中的 < 确定 > 按钮，完成曲面的创建。

4．扫掠脊线的作用

在扫掠过程中使用脊线是为了更好地控制截面线串的方向。下面通过创建图 5.5.15b 所示的曲面来说明选取扫掠过程中脊线的作用。

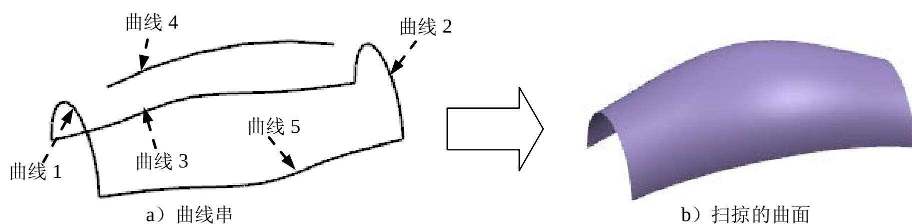


图 5.5.15　脊线在扫掠曲面中的作用

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.02\SWEPT_04.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)... 命令，系统弹出“扫掠”对话框。

Step3. 定义截面线串。在图形区中选取图 5.5.15a 所示的曲线 1 和曲线 2 分别为截面线串，并分别单击中键确认，再次单击中键完成截面线串的选取。

Step4. 定义引导线串。在图形区依次选取图 5.5.15a 所示的曲线 3 和曲线 5 为引导线串，并分别单击中键确认。

Step5. 定义脊线串。单击对话框 脊线 区域中的 按钮，选取图 5.5.15a 所示的曲线 4 为脊线串。

Step6. 完成曲面创建。对话框的其他设置保持系统默认值，单击对话框中的< 确定 >按钮，完成曲面的创建。

5.5.3　沿引导线扫掠

“沿引导线扫掠”命令是通过沿着引导线串移动截面线串来创建曲面（当截面线串封闭时，生成的则为实体）。其中引导线串可以由一个或一系列曲线、边或面的边缘线构成；截面线串可以由开放的或封闭的边界草图、曲线、边缘或面构成。下面通过创建图 5.5.16 所示的曲面来说明沿引导线扫掠的一般操作步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.03\SWEEP.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 扫掠(W) → 沿引导线扫掠(G)...命令，系统弹出图 5.5.17 所示的“沿引导线扫掠”对话框。

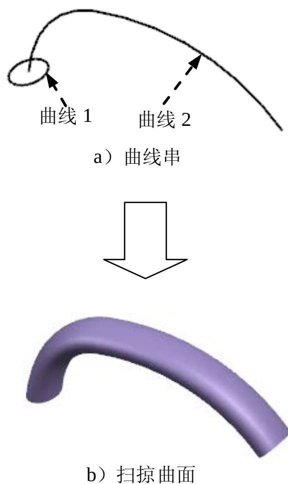


图 5.5.16　沿引导线扫掠

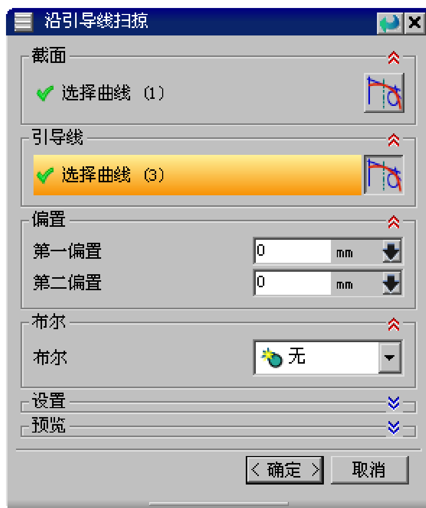


图 5.5.17　“沿引导线扫掠”对话框

Step3. 选取图 5.5.16a 所示的曲线 1 为截面线串，单击鼠标中键。

Step4. 选取图 5.5.16a 所示的曲线 2 为引导线串。

Step5. 在对话框设置区域的体类型下拉列表中选择片体选项，单击< 确定 >按钮，完成曲面的创建。

5.5.4　样式扫掠

使用样式扫掠(Y)...命令可以根据一组曲线快速绘制精确、光顺的自由曲面，最多可以选取两组引导线串和两组剖面线串。定义样式扫掠的方式是一个或两个剖面沿指定的引导线串移动，也可以使用接触曲线或脊曲线来定义曲面的方位。动态编辑工具可以帮助用户

浏览，即时更改设计，这样用户就可以体会所生成曲面的美学或实践意义。下面通过创建图 5.5.18 所示的曲面来说明样式扫掠的一般操作步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.04\STYLED_SWEPT.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 样式扫掠(Y)... 命令，系统弹出图 5.5.19 所示的“样式扫掠”对话框。

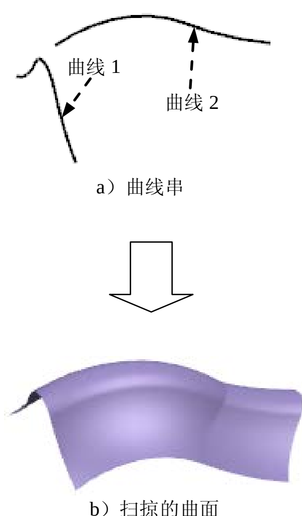


图 5.5.18 样式扫掠创建曲面

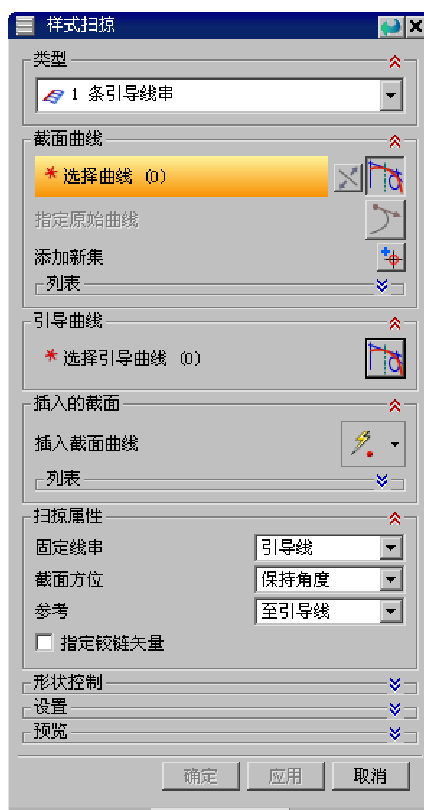


图 5.5.19 “样式扫掠”对话框

图 5.5.19 所示“样式扫掠”对话框中各个选项的说明如下。

- 样式扫掠的 类型 下拉列表：此列表包括 1 条引导线串、1 条引导线串，1 条接触线串、1 条引导线串，1 条方位线串和 2 条引导线串四个选项。仅对常用的 1 条引导线串和 2 条引导线串做一简单说明。
  - ☑ 1 条引导线串选项：通过一条引导线定义扫掠的方向。
  - ☑ 2 条引导线串选项：通过定义两条引导线来控制扫掠方向。
- 形状控制区域：包括 枢轴点位置、旋转、缩放和 部分扫掠四个选项。选取不同选项则对话框会有相应的变化。
  - ☑ 枢轴点位置：用于定义曲面截面线串和引导线串上开始扫掠的位置。
  - ☑ 旋转：设置曲面的旋转位置和角度。

- ☑ 缩放：通过参数调节可控制生成的曲面的大小比例。
- ☑ 部分扫掠：通过 U、V 方向参数的设定来控制所要扫掠的部分。

- 设置区域中的重新构建区域：使用“重新构建”可以提高曲面品质，方法是重定义引导线和截面线串的阶次和节点。

Step3. 设置扫掠类型。在对话框的类型下拉列表中选择 1 条引导线串选项。

Step4. 定义截面线串。单击对话框截面曲线区域的按钮，在图形区选取图 5.5.18a 所示的曲线 1 为截面线串，单击中键确认。

Step5. 定义引导线串。单击对话框引导曲线区域的按钮，在图形区选取图 5.5.18a 所示的曲线 2 为引导线串，单击中键确认。

Step6. 定义扫掠属性。在扫掠属性区域的固定线串下拉列表中选择引导线选项。

Step7. 设置曲面参数。在对话框形状控制区域的方法下拉列表中选择枢轴点位置按钮，其他参数采用系统默认值。

Step8. 在“样式扫掠”对话框中单击< 确定 >按钮，完成样式扫掠曲面的创建。

5.5.5　变化扫掠

使用变化扫掠(V)...命令可以沿着路径创建有变化地扫掠主截面线的实体或曲面。用户可由单个主横截面在一个特征中创建多个体。

主横截面是使用草图生成器中的路径上的草图选项创建的草图。为草图选择的路径定义草图在路径上的原点。用户可使用草图生成器的相交命令来添加可选导轨，以便在主横截面沿路径扫掠时用作其引导线，导轨可为曲线或边缘。

用户可定义路径上的草图的部分或全部几何体，以便用作扫掠的主横截面。在扫掠过程中，主横截面不能保持恒定；它可能随路径位置函数和草图内部约束而更改其几何形状。

只要参与操作的导轨没有明显偏离，扫掠就将跟随整个路径。如果导轨偏离过多，则系统能通过导轨和路径之间的最后一个可用的交点确定路径长度，系统可根据需要延伸导轨。下面通过创建图 5.5.20 所示的曲面来说明变化扫掠的一般步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.05\VARIATIONAL_SWEEP.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) ➡ 扫掠(W) ➡ 变化扫掠(V)...命令，系统弹出图 5.5.21 所示的“变化扫掠”对话框。

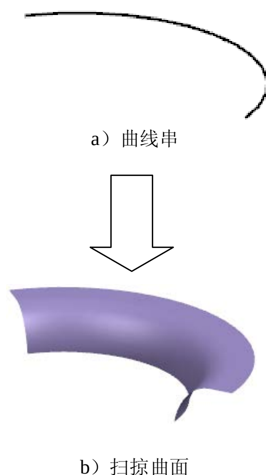
Step3. 选择绘制草图截面命令。在“变化扫掠”对话框中单击“绘制截面”按钮。

Step4. 定义路径。在图形区选取图 5.5.20a 所示的曲线，在系统弹出的图 5.5.22 所示的弧长百分比文本框中输入参数 0，单击确定按钮，进入草图环境。

Step5. 绘制截面线串。绘制图 5.5.23 所示的截面线串。

Step6. 单击 完成草图 按钮，完成草图定义。

Step7. 在“变化扫掠”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成扫掠曲面的创建。



a）曲线串

b）扫掠曲面

图 5.5.20 根据变化扫掠创建曲面

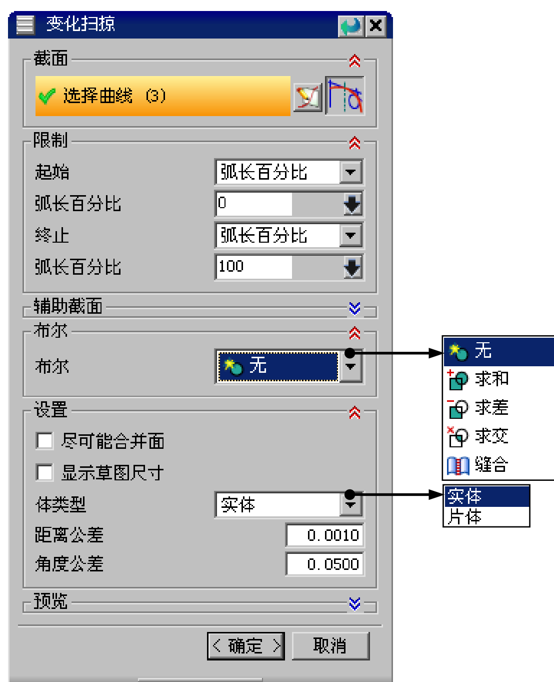


图 5.5.21 “变化扫掠”对话框

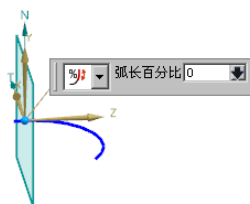


图 5.5.22 输入参数

5.5.6 管道

使用 管道(T)... 命令可以通过沿着一个或多个曲线对象扫掠用户指定的圆形剖面来创建实体。系统允许用户定义剖面的外径值和内径值。用户可以使用此选项来创建线捆、电气线路、管、电缆或管路应用。图 5.5.24b 所示的管道的创建步骤如下。

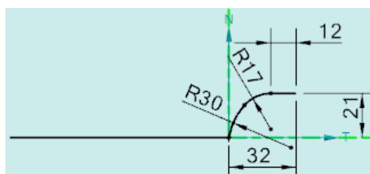


图 5.5.23 草图曲线

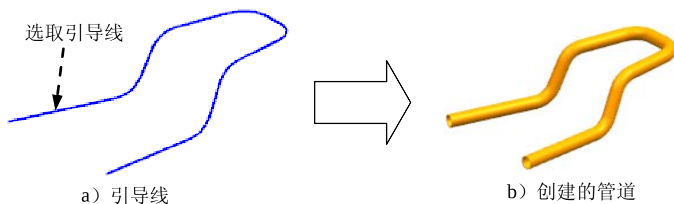


图 5.5.24 创建管道

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.06\TUBE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 管道(T)... 命令，系统弹出图 5.5.25 所示的“管道”对话框。

Step3. 定义引导线。在图形区选取图 5.5.24a 所示的曲线作为引导线。

Step4. 设置内外直径的大小。在“管道”对话框横截面区域的外径文本框中输入数值 6，在内径文本框中输入数值 5，单击确定按钮，完成管道的创建。



图 5.5.25　“管道”对话框

5.5.7　桥接曲面

使用 桥接(B)... 命令可以在两个曲面间建立一张过渡曲面，且可以在桥接和定义面之间指定相切连续性或曲率连续性。

下面通过创建图 5.5.26b 所示的桥接曲面，来说明拖动控制桥接操作的一般步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.07\BRIDGE_SURFACE.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) ➡ 细节特征(L) ➡ 桥接(B)...命令，系统弹出图 5.5.27 所示的“桥接曲面”对话框。

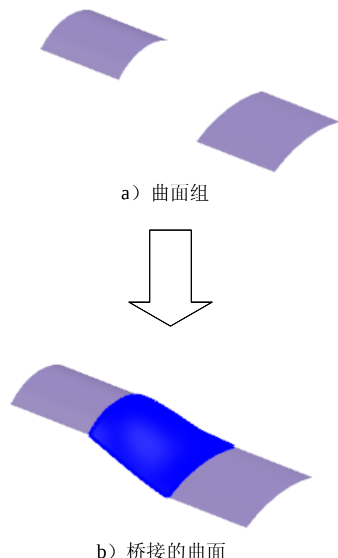


图 5.5.26　拖动控制方式创建桥接曲面



图 5.5.27　“桥接曲面”对话框

Step3. 选取两曲面相临近的两条边分别作为“边 1”和“边 2”。

Step4. 定义相切约束。在“桥接曲面”对话框的连续性区域中分别选择G1 (相切)选项（此项为系统默认）。

Step5. 单击< 确定 >按钮，完成桥接曲面的创建。

5.5.8　艺术曲面

UG NX 10.0 允许用户使用预设置的曲面构造方法快速、简捷地创建艺术曲面。创建艺术曲面之后，通过添加或删除截面线串和引导线串，可以重新构造曲面。该工具还提供了连续性控制和方向控制选项。UG NX 10.0 较之之前的版本在艺术曲面的命令上有较大的改动，将之前的几个命令融合在一个命令当中，使操作更为简便。

下面通过图 5.5.28b 所示的实例来说明艺术曲面的一般操作过程。

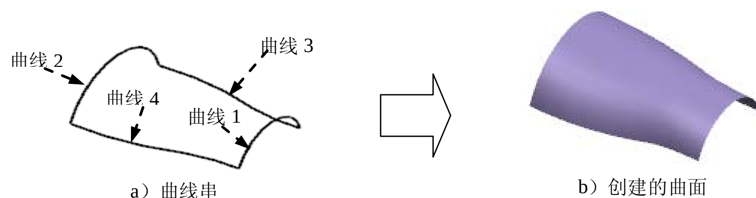


图 5.5.28　艺术曲面

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.08\STIDIO_SURFACE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 艺术曲面(U)... 命令，系统弹出图 5.5.29 所示的“艺术曲面”对话框（一）。

Step3. 定义截面线。在图形区依次选取图 5.5.28a 所示的曲线 1 和曲线 2 为截面线，并分别单击中键确认。

Step4. 定义引导线。单击对话框 引导(交叉)曲线 区域中的按钮，依次选取图 5.5.28a 所示的曲线 3 和曲线 4 为引导线，并分别单击中键确认。

Step5. 完成曲面创建。对话框中的其他设置保持系统默认值，单击 < 确定 > 按钮，完成曲面的创建。

图 5.5.29 所示“艺术曲面”对话框（一）中部分选项说明如下。

- 截面(主要)曲线 区域：用于选取 艺术曲面(U)... 命令中需要的截面线串。
- 引导(交叉)曲线 区域：用于选取 艺术曲面(U)... 命令中需要的引导线串。
- 列表 区域：分为“截面曲线”和“引导线”两个区域。分别用于显示所选中的截面线串和引导线串；其中的按钮功能相同，列表中的按钮只有在选择线串后被激活，如图 5.5.30 所示的“艺术曲面”对话框（二）。
  - ☑ （移除线串）：单击该图标可从滚动窗口的线串列表中删除当前选中的线串。
  - ☑ （向上移动）：每次单击该图标时，当前选中的剖面线串就会在滚动窗口的线串列表中向上移动一层。
  - ☑ （向下移动）：每次单击该图标时，当前选中的剖面线串就会在滚动窗口的线串列表中向下移动一层。
  - ☑ 连续性 区域：此区域用于设置艺术曲面边界的约束情况，包括四个下拉列表，

分别是：第一截面下拉列表、最后截面下拉列表、第一条引导线下拉列表和最后一条引导线下拉列表。四个下拉列表中的选项相同，分别是G0（位置）、G1（相切）和G2（曲率）选项。



图 5.5.29 “艺术曲面”对话框（一）

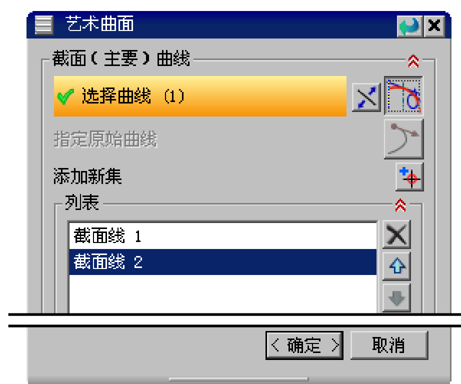


图 5.5.30 “艺术曲面”对话框（二）

- 输出曲面选项区域：用于控制曲面的生成控制。此区域中的对齐下拉列表包括“参数”“弧长”和“根据点”三个选项。

说明：在选择截面线串和引导线串时可以选取多条，也可以分别选择一条；甚至有时可以不选择引导线串。选择多条截面线串是为了更好地控制曲面的形状，而选择一条或选择多条引导线串是为了更好地控制面的走势。这里要求截面线串没有必要一定光顺但必须连续（即 G0 连续）；引导线必须光顺（即 G1 连续）。图 5.5.31~图 5.5.34 是以本例曲线为基础但所选取的截面线串和引导线串各有不同而创建的曲面。

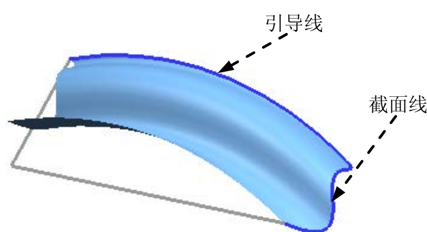


图 5.5.31 一条截面线，一条引导线

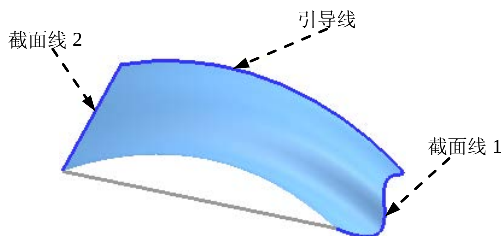


图 5.5.32 两条截面线，一条引导线

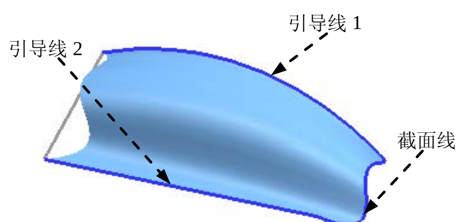


图 5.5.33　一条截面线，两条引导线

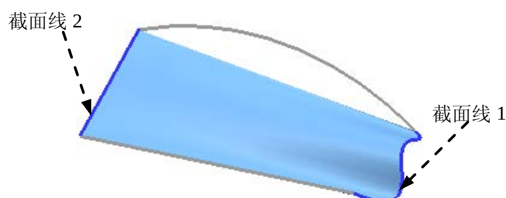


图 5.5.34　两条截面线

5.5.9　N 边曲面

使用 N 边曲面(N)... 命令可以通过使用不限数目的曲线或边建立一个曲面，并指定其与外部曲面的连续性，所用的曲线或边组成一个简单的、封闭的环，可以用来移除曲面上的洞。形状控制选项可用来修复中心点处的尖角，同时保持与原曲面之间的连续性约束。该操作有两种生成曲面的类型，下面分别对其进行介绍。

1．已修剪的单个片体类型

已修剪的单个片体类型用于创建单个曲面，并且覆盖选定曲面的封闭环内的整个区域。下面通过创建图 5.5.35 所示的曲面来说明单个片体类型创建 N 边曲面的步骤。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.09\N_SIDE_SURF_01.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → N 边曲面(N)... 命令，系统弹出图 5.5.36 所示的"N 边曲面"对话框。

Step3．在"N 边曲面"对话框 类型 区域的下拉列表中选择 已修剪 选项，在图形区选取图 5.5.35a 所示的曲线作为外环。

Step4．在 UV 方位 区域的 UV 方位 下拉列表中选择 面积 选项，在 设置 区域选中 ☑ 修剪到边界 复选框。

Step5．在"N 边曲面"对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成 N 边曲面的创建。

图 5.5.36 所示"N 边曲面"对话框中各个选项的说明如下。

- 类型 区域：包括"已修剪"和"三角形"两个选项。
  - ☑ 已修剪：用于创建单个曲面，覆盖选定曲面中封闭环内的整个区域。
  - ☑ 三角形：用于创建一个由单独的、三角形补片构成的曲面，每个补片由各条边和公共中心点之间的三角形区域组成。
- UV 方位 区域：包含脊线、矢量和面积三个选项。
  - ☑ 脊线：启用"UV 方向-脊线"选择步骤。
  - ☑ 矢量：启用"UV 方向-矢量"选择步骤。

☑ 面积：启用“UV 方向-面积”选择步骤。

- ☑ 修剪到边界：指定是否按边界曲线对所生成的曲面进行修剪。
- ☑ 尽可能合并面：系统把环上相切连续的部分视为单个的曲线，并为每个相切连续的截面建立一个面。

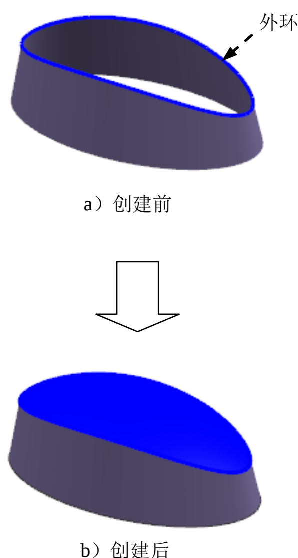


图 5.5.35　单个片体创建 N 边曲面

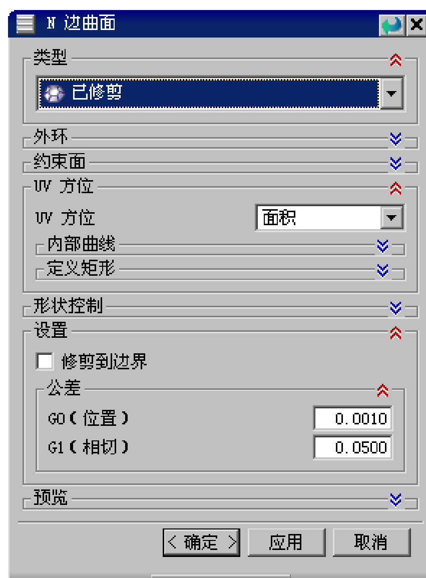


图 5.5.36　“N 边曲面”对话框

2．多个三角补片类型

多个三角补片类型可以创建一个由单独的、三角形补片构成的曲面，每个补片由各条边和公共中心点之间的三角形区域组成。下面通过创建图 5.5.37b 所示的曲面来说明多个三角补片类型创建 N 边曲面的步骤。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.05.09\N_SIDE_SURF_02.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → N 边曲面(N)... 命令，在系统弹出的“N 边曲面”对话框类型区域的下拉列表中选择 三角形 选项。

Step3．在图形区选取图 5.5.37a 所示的曲线作为外环，在图形区选取图 5.5.37a 所示的曲面作为约束面，并设置图 5.5.38 所示的参数及选项。

Step4．单击 < 确定 > 按钮，完成 N 边曲面的创建。

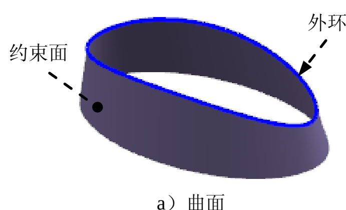
图 5.5.38 所示形状控制下拉列表中选项的说明如下。

- 中心控制区域的控制下拉列表：包含“位置”和“倾斜”两个选项。

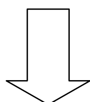
  ☑ 位置：将 X、Y、Z 滑块设定为“位置”模式来移动曲面中心点的位置，当拖动 X、Y 或 Z 滑块时，中心点在指明的方向上移动。

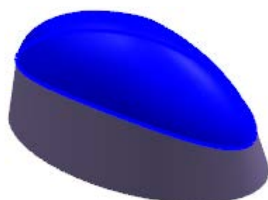
  ☑ 倾斜：将 X 滑块和 Y 滑块设定为“倾斜”模式，用来倾斜曲面中心点所在的 X 平面和 Y 平面。当拖动 X 滑块或 Y 滑块时，中心点的平面法向在指明的方

向倾斜，中心点的位置不改变。在使用“倾斜”模式时，Z 滑块不可用。



a）曲面





b）N 边曲面

图 5.5.37　多个三角补片创建 N 边曲面

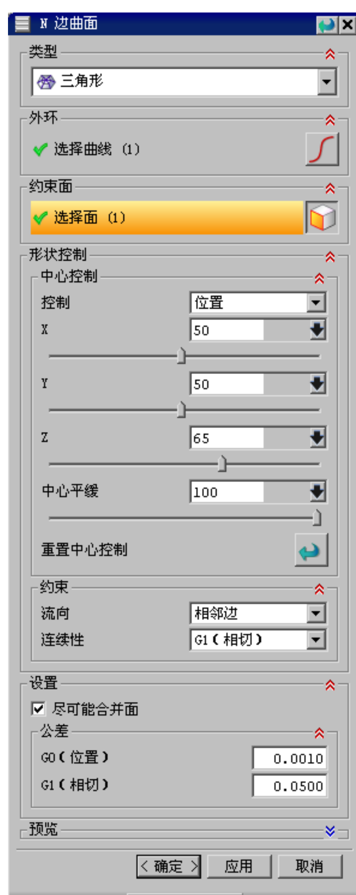


图 5.5.38　“形状控制”区域

- X：沿着曲面中心点的 X 法向轴重定位或倾斜。
- Y：沿着曲面中心点的 Y 法向轴重定位或倾斜。
- Z：沿着曲面中心点的 Z 法向轴重定位或倾斜。
- 中心平缓：用户可借助此滑块使曲面上下凹凸，如同泡沫的效果。如果用“多个三角补片”，则中心点不受此选项的影响。
- ：把“形状控制”对话框的所有设置返回到系统默认位置。
- 流向下拉列表：包含未指定、垂直、等 U/V 线和相邻边四个选项。
  - ☑ 未指定：生成片体的 UV 参数和中心点等距。
  - ☑ 垂直：生成曲面的 V 方向等参数的直线，以垂直于该边的方向开始于外侧边。只有当环中的所有曲线或边至少连续相切时才可用。
  - ☑ 等 U/V 线：生成曲面的 V 方向等参数直线开始于外侧边并沿着外侧表面的 U/V 方向，只有当边界约束为斜率或曲率且已经选取了面时才可用。
  - ☑ 相邻边：生成曲面的 V 方向等参数线将沿着约束面的侧边。

- 连续性下拉列表：包含G0（位置）、G1（相切）和G2（曲率）三个选项。
  - ☑ G0（位置）：通过仅基于位置的连续性（忽略外部边界约束）连接轮廓曲线和曲面。
  - ☑ G1（相切）：通过基于相切于边界曲面的连续性连接曲面的轮廓曲线。
  - ☑ G2（曲率）：在延续边界曲面（仅限于多个三角补片）基础上，根据连续性连接曲面的轮廓曲线。

约束面下各个选项生成曲面的不同形状，如图 5.5.39～图 5.5.41 所示。

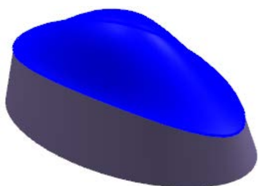


图 5.5.39　G0（位置）

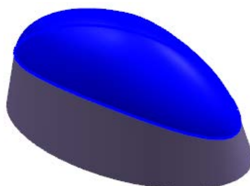


图 5.5.40　G1（相切）

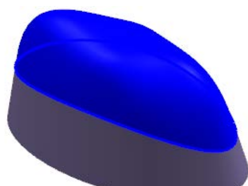


图 5.5.41　G2（曲率）

5.6　曲 面 分 析

曲面设计过程中或设计完成后要对曲面进行必要的分析，以检查是否达到设计过程的要求以及设计完成后的要求。曲面分析工具用于评估曲面品质，找出曲面的缺陷位置，从而方便修改和编辑曲面，以保证曲面的质量。下面将具体介绍 UG NX 10.0 中的一些曲面分析功能。

5.6.1　曲面连续性分析

曲面的连续性分析功能主要用于分析曲面之间的位置连续、斜率连续、曲率连续和曲率斜率的连续性。下面以图 5.6.1 所示的曲面为例，介绍如何分析曲面连续性。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.06\CONTINUITY.prt。

Step2. 选择下拉菜单分析(L) ➡ 形状(H) ▸ ➡ 曲面连续性(C)...命令，系统弹出图 5.6.2 所示的“曲面连续性”对话框。

图 5.6.2 所示“曲面连续性”对话框的选项及按钮说明如下。

- 类型区域：包括“边到边”按钮和“边到面”按钮，用于设置偏差类型。
  - ☑ 边到边：分析边缘与边缘之间的连续性。
  - ☑ 边到面：分析边缘与曲面之间的连续性。
  - ☑ 连续性检查区域：包括“位置”按钮G0（位置）、“相切”按钮G1（相切）、“曲率”按钮G2（曲率）和“加速度”按钮G3（流），用于设置连续性检查的类型。

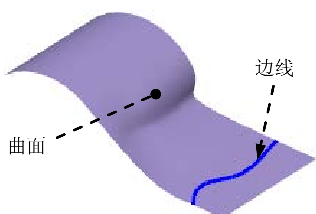


图 5.6.1　曲面模型



图 5.6.2　“曲面连续性”对话框

- ☑ G0(位置)（位置）：分析位置连续性，显示两条边缘线之间的距离分布。
- ☑ G1(相切)（相切）：分析斜率连续性，检查两组曲面在指定边缘处的斜率连续性。
- ☑ G2(曲率)（曲率）：分析曲率连续性，检查两组曲面之间的曲率误差分布。
- ☑ G3(流)（加速度）：分析曲率的斜率连续性，显示曲率变化率的分布。
- 连续性检查下拉列表：当检查G2(曲率)连续性时，用于指定曲率分析的类型。

Step3. 在“曲面连续性”对话框类型区域的下拉列表中选择边到面选项。

Step4. 在图形区选取图 5.6.1 所示的边线作为第一个边缘集，单击中键，然后选取图 5.6.1 所示的曲面作为第二个边缘集。

Step5. 定义连续性分析类型。在连续性检查区域中取消选中☐ G0(位置)选项，取消位置连续性分析；选中☑ G2(曲率)选项，启用曲率连续性分析。

Step6. 定义显示方式。在显示标签区域中，单击按钮，则两曲面的交线上自动显示曲率梳，单击确定按钮，完成曲面连续性分析，如图 5.6.3 所示。

5.6.2　反射分析

反射分析主要用于分析曲面的反射特性（从面的反射图中我们能观察曲面的光顺程度，通俗的理解是：面的光顺度越好，面的质量就越高），使用反射分析可显示从指定方向观察曲面上自光源发出的反射线。下面以图 5.6.4 所示的曲面为例，介绍反射分析的方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.06\REFLECTION.prt。

Step2. 选择下拉菜单分析(L) ➡ 形状(H) ➡ 反射(F)...命令，系统弹出图 5.6.5 所示的“面分析－反射”对话框。

图 5.6.5 所示“面分析－反射”对话框中的部分选项及按钮说明如下。

- 图像类型区域：用于指定图像显示的类型，包括、和三种类型。
  - ☑ （直线图像）：用直线图形进行反射分析。
  - ☑ （场景图像）：使用场景图像进行反射分析。
  - ☑ （用户指定的图像）：使用用户自定义的图像进行反射分析。



图 5.6.3　曲率连续性分析



图 5.6.4　曲面模型



图 5.6.5　“面分析－反射”对话框

- 面反射度滑块：拖动其后的滑块，可以改变曲面反射的强度。
- 移动图像滑块：拖动其后的滑块，可以对反射图像进行水平、竖直的移动或旋转。
- 图像大小下拉列表：该下拉列表用于指定图像的大小。
- 显示曲面分辨率下拉列表：该下拉列表设置面分析显示的公差。
- （显示小平面边缘）：使用高亮显示边界来显示所选择的面。
- （重新高亮显示面）：重新高亮显示被选择的面。
- 更改曲面法向区域：设置分析面的法向方向。
  - ☑ （指定内部位置）：使用单点定义全部所选的分析面的面法向。
  - ☑ （面法向反向）：反向分析面的法向矢量。

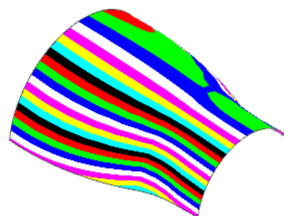


图 5.6.6　反射分析

Step3. 选取图 5.6.4 所示的曲面作为反射分析的对象。

Step4. 选中图像类型区域中“直线图像”选项，然后在颜色条纹类型中选择条纹，其他选项均采用系统默认设置值。

Step5. 在“面分析－反射”对话框中单击确定按钮，完成反射分析（图 5.6.6）。图像类型不同，得到的显示结果不同。

5.7 曲面的编辑

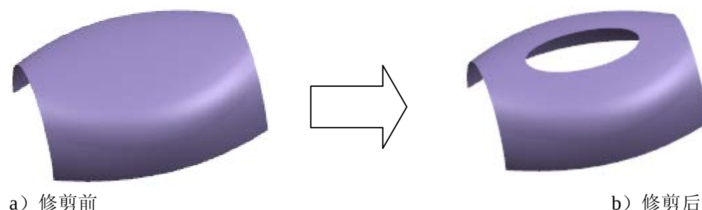
完成曲面的分析，我们只是对曲面的质量有了了解。要想真正得到高质量、符合要求的曲面，就要在进行完分析后对面进行修整，这就涉及到了曲面的编辑。本节我们将学习UG NX 10.0 中曲面编辑的几种工具。

5.7.1 曲面的修剪

曲面的修剪（Trim）就是将选定曲面上的某一部分去除。曲面的修剪有多种方法，下面将分别介绍。

1. 一般的曲面修剪

一般的曲面修剪就是在进行拉伸、旋转等操作时，通过布尔求差运算将选定曲面上的某部分去除。下面以图 5.7.1 所示曲面的修剪为例，说明一般的曲面修剪的操作过程。



a）修剪前　　b）修剪后

图 5.7.1 一般的曲面修剪

说明：本例中的曲面存在收敛点，无法直接加厚，所以在加厚之前必须通过修剪、补片和缝合等操作去除收敛点。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.01\TRIM.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令，系统弹出“拉伸”对话框。

Step3. 在“拉伸”对话框中单击截面区域中的“草图”按钮，选取 XY 基准平面为草图平面，接受系统默认的方向。单击“创建草图”对话框中的确定按钮，进入草图环境。

Step4. 绘制图 5.7.2 所示的截面草图。

Step5. 选择下拉菜单任务 → 完成草图(K)命令。

Step6. 在“拉伸”对话框限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入数值 0；在限制区域的终点下拉列表中选择贯通选项；在方向区域的指定矢量 (0)下拉列表中选择ZC↑选项；在布尔区域的下拉列表中选择求差选项，单击< 确定 >按钮，完成曲面的修剪。

说明：用“旋转”命令也可以对曲面进行修剪，读者可以参照“拉伸”命令自行操作，这里就不再赘述。

2．修剪片体

修剪片体就是通过一些曲线和曲面作为边界，对指定的曲面进行修剪，形成新的曲面边界。所选的边界可以在将要修剪的曲面上，也可以在曲面之外通过投影方向来确定修剪的边界。图 5.7.3 所示的修剪片体的一般过程如下。

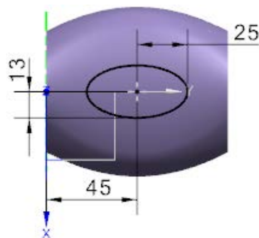
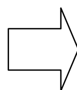


图 5.7.2　截面草图



a）修整前





b）修整后

图 5.7.3　修剪片体

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.01\TRIM_SURF.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) ➡ 修剪(T) ➡ 修剪片体(R)...命令，系统弹出图 5.7.4 所示的“修剪片体”对话框。

Step3. 设置对话框选项。在“修剪片体”对话框投影方向区域的投影方向下拉列表中选择垂直于面选项，选择区域区域中的 ⊙ 保留单选项（图 5.7.4）。

Step4. 定义目标片体和修剪边界。在图形区选取图 5.7.5 所示的曲面作为目标片体，然后选取图 5.7.5 所示的曲线作为修剪边界。



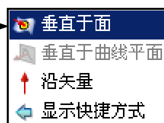


图 5.7.4　“修剪片体”对话框

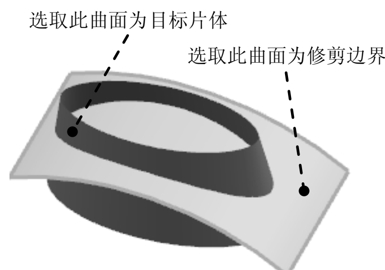


图 5.7.5　选取曲面和裁剪曲面

图 5.7.4 所示“修剪片体”对话框中的部分选项说明如下。

- 投影方向下拉列表：定义要做标记的曲面的投影方向。该下拉列表包含垂直于面、垂直于曲线平面和沿矢量选项。
  - ☑ 垂直于面：定义修剪边界投影方向是选定边界面的垂直投影。
  - ☑ 垂直于曲线平面：定义修剪边界投影方向是选定边界曲面的垂直投影。
  - ☑ 沿矢量：定义修剪边界投影方向是用户指定方向的投影。
- 区域区域：定义所选的区域是被保留还是被舍弃。
  - ☑ 保留：定义修剪曲面是选定的区域保留。
  - ☑ 舍弃：定义修剪曲面是选定的区域舍弃。

Step5. 在“修剪片体”对话框中单击确定按钮，完成曲面的修剪操作（图 5.7.3）。

3. 分割表面

分割表面就是用多个分割对象，如曲线、边缘、面、基准平面或实体，把现有体的一个面或多个面进行分割。在这个操作中，要分割的面和分割对象是关联的，即如果任一输入对象被更改，那么结果也会随之更新。图 5.7.6 所示的曲面分割的一般步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.01\DIVIDE_FACE.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 修剪(T) → 分割面(D)...命令，系统弹出图 5.7.7 所示的“分割面”对话框。

Step3. 定义需要分割的面。在图形区选取图 5.7.8 所示的曲面为被分割的曲面，单击鼠标中键确认。



图 5.7.7 “分割面”对话框

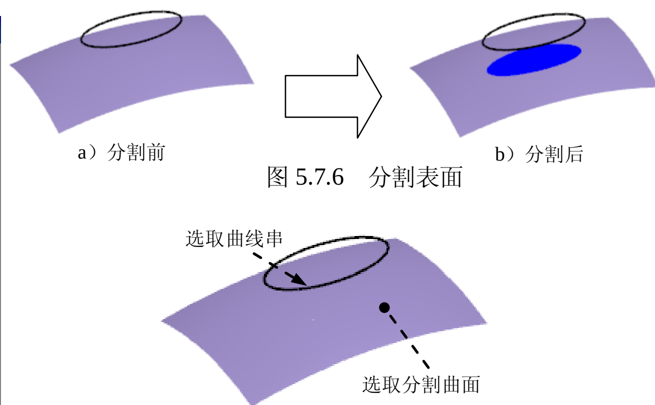


图 5.7.6 分割表面

图 5.7.8 定义分割

Step4. 定义分割对象。在图形区选取图 5.7.8 所示的曲线串为分割对象。

Step5. 在“分割面”对话框中单击< 确定 >按钮，完成曲面的分割操作。

4. 修剪与延伸

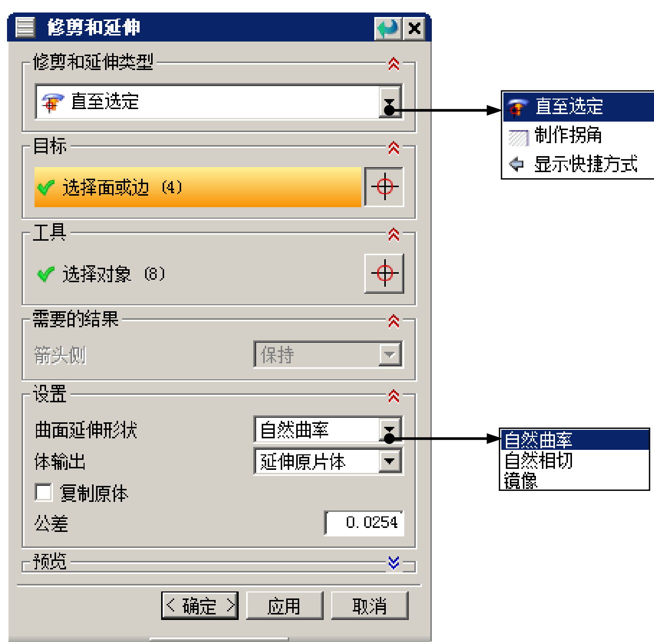
使用修剪与延伸(N)...命令可以创建修剪曲面，也可以通过延伸所选定的曲面创建拐

角，以达到修剪或延伸的效果。选择下拉菜单插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(N)...命令，系统弹出图 5.7.9 所示的“修剪和延伸”对话框。该对话框提供了“直至选定”和“制作拐角”两种修剪与延伸方式。下面将以图 5.7.10 所示的修剪与延伸曲面为例，来说明“制作拐角”修剪与延伸方式的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.01\TRIM_EXTEND.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(N)...命令，系统弹出“修剪和延伸”对话框，如图 5.7.9 所示。

Step3. 设置对话框选项。在类型区域的下拉列表中选择制作拐角选项，在设置区域的曲面延伸形状下拉列表中选择自然曲率选项，如图 5.7.9 所示。



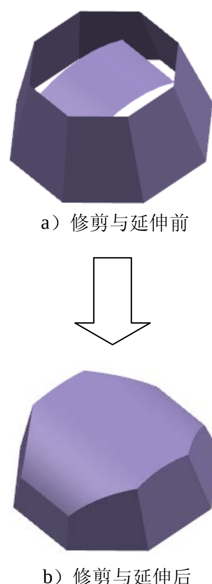


图 5.7.9　“修剪和延伸”对话框　　图 5.7.10　修剪与延伸曲面

Step4. 定义目标。在图形区选取图 5.7.11 所示的曲面的四条边为目标，单击中键确定。

Step5. 定义工具。在图形区选取图 5.7.11 所示的八个曲面为工具。

Step6. 定义修剪方向。在图形区中出现了修剪与延伸预览和修剪方向箭头。双击箭头，定义修剪的方向如图 5.7.12 所示。在“修剪和延伸”对话框中单击< 确定 >按钮，完成曲面的修剪与延伸操作（图 5.7.10b）。

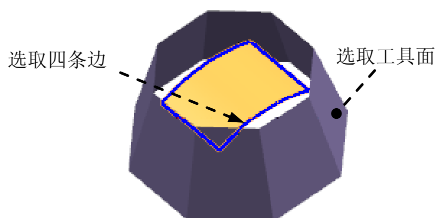


图 5.7.11　定义修剪与延伸

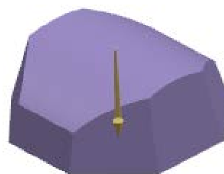


图 5.7.12　改变修剪与延伸的方向

5.7.2 曲面的延伸

曲面的延伸就是在现有曲面的基础上，通过曲面的边界或曲面上的曲线进行延伸，扩大曲面。

1. “相切的”延伸

“相切的”延伸是以参考曲面（被延伸的曲面）的边缘拉伸一个曲面，所生成的曲面与参考曲面相切。图 5.7.13 所示的延伸曲面的一般创建过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.02\EXTENSION.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 弯边曲面(G) ▸ → 延伸(E)...命令，系统弹出图 5.7.14 所示的“延伸曲面”对话框。

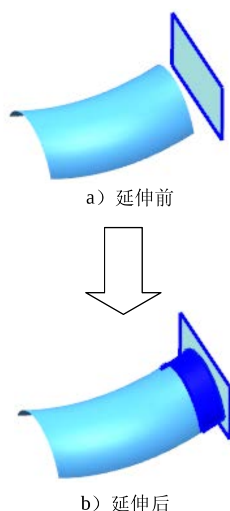


图 5.7.13 曲面延伸的创建



图 5.7.14 “延伸曲面”对话框

Step3. 定义延伸类型。在“延伸曲面”对话框的类型下拉列表中选择边选项。

Step4. 选取要延伸的边。在图 5.7.15 所示的曲面边线附近选取面。

Step5. 定义延伸方式。在“延伸曲面”对话框的方法下拉列表中选择相切选项，在距离下拉列表中选择按长度选项。

Step6. 定义延伸长度。在“延伸曲面”对话框中单击长度文本框后的按钮，在系统弹出的快捷菜单中选择测量(M)...命令，系统弹出“测量距离”对话框。在图形区选取图 5.7.15 所示的曲面边线和基准平面 1 作为测量对象，单击“测量距离”对话框中的< 确定 >按钮，系统返回到“延伸曲面”对话框。单击< 确定 >按钮，完成延伸曲面的操作。

2. 扩大曲面

使用扩大(L)...命令可以更改未修剪过的曲面的大小，用户也可以设定“编辑一个副

本”选项使创建的新曲面与源曲面相关联，而且允许改变各个未修剪边的尺寸。图 5.7.16 所示创建扩大曲面的一般操作过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.02\ENLARGE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 曲面(R) ➡ 扩大(L)... 命令，系统弹出“扩大”对话框。

Step3. 定义面。在图形区选取图 5.7.16a 所示的曲面。

Step4. 在“扩大”对话框中设置图 5.7.17 所示的参数，单击 < 确定 > 按钮，完成曲面的扩大操作。

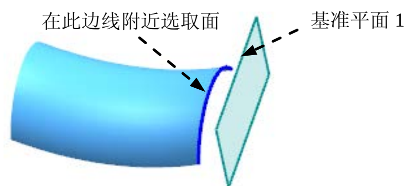


图 5.7.15　选取特征

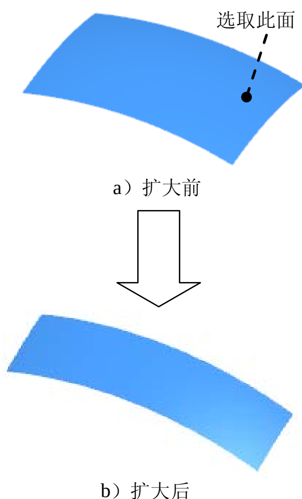


图 5.7.16　曲面的扩大

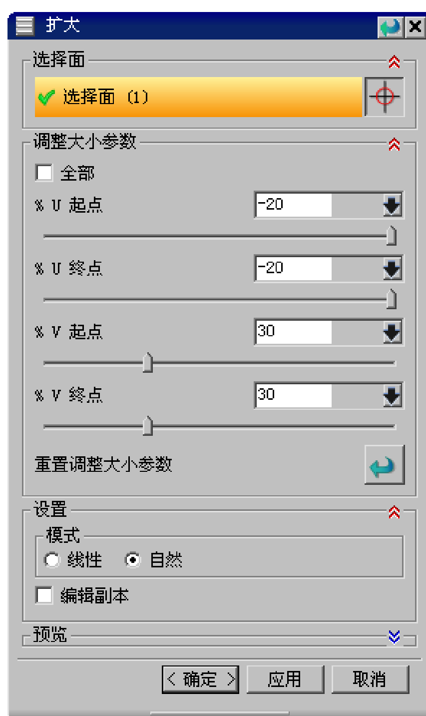


图 5.7.17　“扩大”对话框

图 5.7.17 所示“扩大”对话框中的各选项和按钮说明如下。

- 模式 区域：定义扩大曲面的方法。
  - ☑ ⦿ 线性：用于在单一方向上线性地延伸扩大片体的边。选择该单选项，则只能增大曲面，而不能减小曲面。
  - ☑ ⦿ 自然：用于自然地延伸扩大片体的边。选择该单选项，可以增大曲面，也可以减小曲面。
- ☑ 全部：选中该复选框后，移动下面的任一单个的滑块，所有的滑块会同时移动且文本框中显示相同的数值。

5.7.3 X-成形

在 UG NX 10.0 中，使用 X-成形功能可以对样条曲线、曲面的极点和点进行平移、旋转、缩放，也可以锁定样条或者曲面的区域以保持曲面的形状。

1. 平移

平移功能是指用户可以通过拖动鼠标对单个或多个点进行移动。下面以图 5.7.18 所示的曲面为例，说明用平移功能来编辑曲面的操作步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.03\X_FORM_01.prt，如图 5.7.18 所示。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 曲面(R) → X 成形... 命令，系统弹出图 5.7.19 所示的“X-成形”对话框（一）。

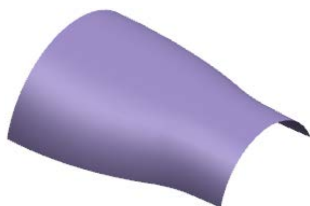


图 5.7.18 曲面模型（一）

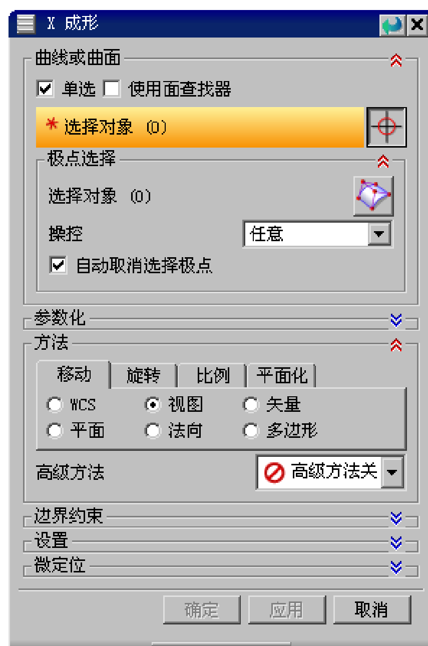


图 5.7.19 “X-成形”对话框（一）

图 5.7.19 所示“X-成形”对话框（一）中的部分选项及按钮说明如下。

- 方法区域：指定变换点的方式。
  - ☑ 移动：通过鼠标拖动点来编辑曲面。
  - ☑ 旋转：绕指定的枢轴和矢量方向来旋转点。
  - ☑ 比例：绕指定的中心点来对点进行缩放。
  - ☑ 平面化：把所选极点移动到指定平面上。
- 高级方法区域：包含按比例、锁定区域、插入结点和高级方法关闭 4 个选项。
  - ☑ 按比例：相对于指定的点作成比例的运动。

☑ 锁定区域：设定一个区域，使该区域的极点不能被编辑。

☑ 插入结点：在指定的 U、V 方向上插入结点。

☑ 高级方法关闭：可在其区域指定的点自由编辑。

- 微定位：沿指定的矢量方向微移极点。

Step3. 选取图 5.7.18 所示的曲面作为编辑的曲面，在"X-成形"对话框（一）中单击移动选项卡，选中 WCS 单选项。

Step4. 在"X-成形"对话框（二）的参数化区域中输入图 5.7.20 所示的参数。

Step5. 选取图 5.7.21 所示的位置上的点作为要平移的点。

Step6. 在"X-成形"对话框（二）中单击Z↑按钮，拖动所选中的点对极点进行编辑。

Step7. 单击< 确定 >按钮，完成曲面的编辑（图 5.7.22）。



图 5.7.20 "X-成形"对话框（二）

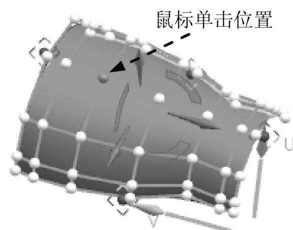


图 5.7.21 选择平移点

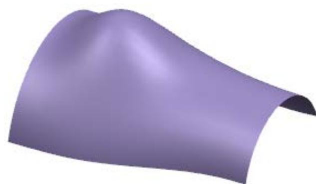


图 5.7.22 编辑曲面（一）

2．旋转

旋转功能允许用户通过指定枢轴和矢量方向来旋转极点。下面以图 5.7.23 所示的曲面为例，说明用旋转功能来编辑曲面的操作步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.03\X_FORM_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单编辑(E) → 曲面(R) → X 成形...命令，系统弹出"X-成形"对话框。

Step3. 在"X-成形"对话框中单击旋转选项卡，选中 WCS 单选项；选取图 5.7.23 所示的曲面作为编辑的曲面。

Step4. 选取图 5.7.24 所示的位置上的点作为要旋转的点。

Step5. 在“X-成形”对话框中单击 X 按钮，拖动所选中的点对极点进行编辑，再次单击 Y 按钮，拖动所选中的点对极点进行编辑。

Step6. 单击 < 确定 > 按钮，完成图 5.7.25 所示的曲面编辑。

3. 比例

比例功能是指用户可以通过指定一个中心点来对极点进行缩放。下面以图 5.7.26 所示的曲面为例，说明用比例功能来编辑曲面的操作步骤。

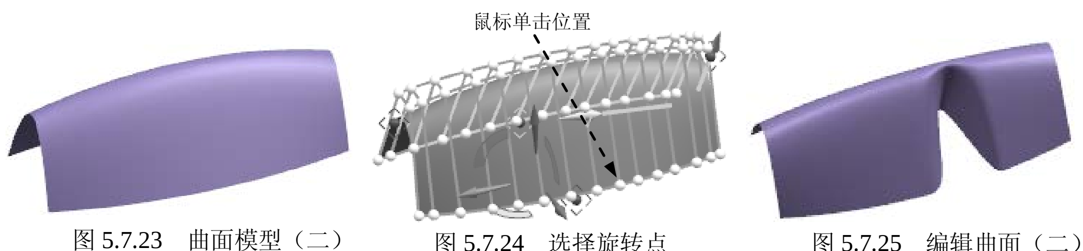


图 5.7.23 曲面模型（二） 图 5.7.24 选择旋转点 图 5.7.25 编辑曲面（二）

Step1. 打开 D:\ug10pd\work\ch05.07.03\X_FORM_03.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 曲面(R) → X 成形... 命令，系统弹出“X－成形”对话框。

Step3. 在“X-成形”对话框中单击 比例 选项卡，选中 ⊙ 均匀 单选项；选取图 5.7.27 所示的曲面作为编辑的曲面。

Step4. 在“X-成形”对话框的 参数化 区域中，定义 补片 的 U 、 V 值均为 4。

Step5. 选取图 5.7.28 所示折线上的点作为要进行缩放的点（单击极点之间的连线，即可选中列和整行的极点）。

Step6. 拖动所选中的对象对极点进行缩放，单击 < 确定 > 按钮，完成后的结果如图 5.7.28 所示。



图 5.7.26 曲面模型（三） 图 5.7.27 编辑曲面(三） 图 5.7.28 选择缩放点

4. 沿控制多边形平移

沿控制多边形平移功能是指用户可以沿着极点所在的控制多边形平移。下面以图 5.7.29 所示的曲面为例，说明用沿控制多边形平移功能来编辑曲面的操作步骤。

Step1. 打开 D:\ug10pd\work\ch05.07.03\X_FORM_04.prt 文件。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 曲面(R) → X 成形... 命令。

Step3. 在“X-成形”对话框中单击 移动 选项卡，选中 ⊙ 多边形 单选项。选取图 5.7.30 所示的曲面作为编辑的曲面。

Step4. 在“X-成形”对话框的 参数化 区域中，定义 补片 的 U、V 值均为 4。

Step5. 分别选取图 5.7.30 所示的位置上的两点，作为要进行移动的点；用鼠标逐一拖动所选取点的 X 轴正、负向箭头进行编辑。

Step6. 单击 < 确定 > 按钮，完成图 5.7.31 所示的编辑曲面。



图 5.7.29　曲面模型（四）

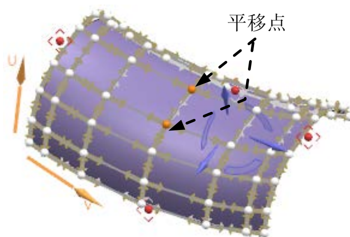


图 5.7.30　选取平移点



图 5.7.31　编辑曲面（四）

5.7.4　曲面的变形

曲面的变形用于动态快速地修改曲面，可以使用拉伸、折弯、歪斜和扭转等操作来得到需要的曲面。下面以图 5.7.32 所示的曲面变形为例来说明其一般操作过程。

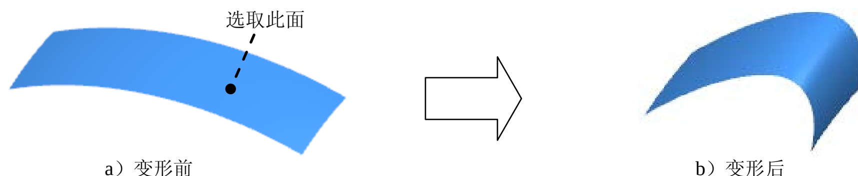


图 5.7.32　曲面的变形

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.04\DISTORTION.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 曲面(R) → 变形(O)... 命令，系统弹出图 5.7.33 所示的“使曲面变形”对话框（一）。

Step3. 在绘图区选取图 5.7.32a 所示的曲面，系统弹出图 5.7.34 所示的“使曲面变形”对话框（二）。

Step4. 分别拖动 拉长、折弯、歪斜 下面的滑块，使滑块上方显示的参数分别为 40.2、25.0、82.8，单击 确定 按钮，完成曲面的变形操作。

图 5.7.34 所示“使曲面变形”对话框（二）中的各选项按钮说明如下。

- 中心点控件 区域：用于设置进行变形的参考位置和方向。

- ☑ 水平：曲面在水平方向上变形。
- ☑ 竖直：曲面在水平方向上变形。
- ☑ V 低：变形从曲面的最低位置开始。
- ☑ V 高：变形从曲面的最高位置开始。
- ☑ V 中间：变形从曲面的中间位置开始。

- 切换 H 和 V：重置滑块设置，且在水平模式和竖直模式之间切换中心点控制。
- 拉长：用于拉伸曲面使其变形。
- 折弯：用于折弯曲面使其变形。
- 歪斜：用于歪斜曲面使其变形。
- 扭转：用于扭转曲面使其变形。
- 移位：用于移动曲面。
- 重置：取消所有滑块的设置，重置曲面使其返回到原始状态。

说明：在曲面变形的过程中，各种“中心点控件”类型产生的变形可以叠加。



图 5.7.33　“使曲面变形”对话框（一）



图 5.7.34　“使曲面变形”对话框（二）

5.7.5　曲面的边缘

UG NX 10.0 中提供了匹配边、编辑片体边界、更改片体边缘等方法，对曲面边缘进行修改和编辑。

1．匹配边

使用匹配边(H)...命令可以修改选中的曲面，使它与参考对象的边界保持几何连续，并且能去除曲面间的缝隙，但只能用于编辑未修剪过的曲面。下面以图 5.7.35 为例来说明使用“匹配边”编辑曲面的一般操作过程。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.05\MATCH_EDGE.prt。

Step2．选择下拉菜单 编辑(E) → 曲面(R) → 匹配边(H)...命令，系统弹出图 5.7.36 所示的“匹配边”对话框。

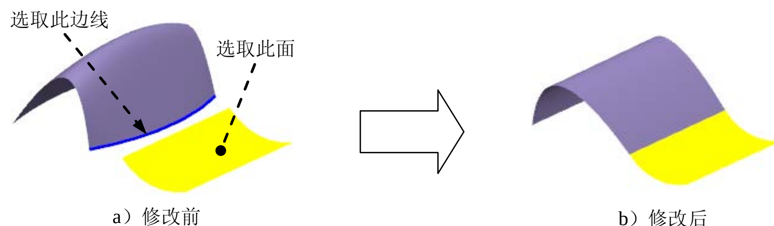


图 5.7.35　从片体中匹配边

Step3．在绘图区选取图 5.7.35 所示的边缘，然后选取图 5.7.35 所示的曲面，其他选项参数可参考图 5.7.36，在“匹配边”对话框中单击< 确定 >按钮，完成匹配边操作。

2．编辑片体边界

边界(B)...命令用于修改或替换片体的现有边界，也可以移除修剪、移除片体上独立的孔和延伸边界，使用此命令编辑后的曲面将丢失参数，属于非参数化编辑命令。下面将具体介绍。

方式一：移除孔

使用“移除孔”功能允许用户移除曲面上的孔。下面以图 5.7.37 为例来说明从片体中移除孔的一般操作过程。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.05\BOUNDARY_01.prt。

Step2．选择下拉菜单 编辑(E) → 曲面(R) → 边界(B)...命令，系统弹出“编辑片体边界”对话框。

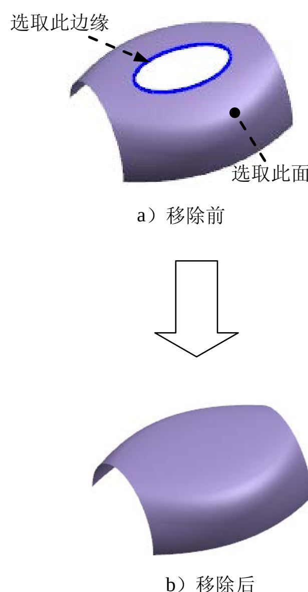
Step3．在图形区选取图 5.7.37a 所示的曲面，单击其对话框中的 移除孔 按钮，系统弹出“确认”对话框。

Step4．单击 确定(O) 按钮，系统弹出“选择要移除的孔”对话框。

Step5. 在绘图区选取图 5.7.37a 所示的曲面边缘，单击 确定 按钮，单击其对话框中的 取消 按钮，完成移除孔操作。



图 5.7.36 “匹配边”对话框



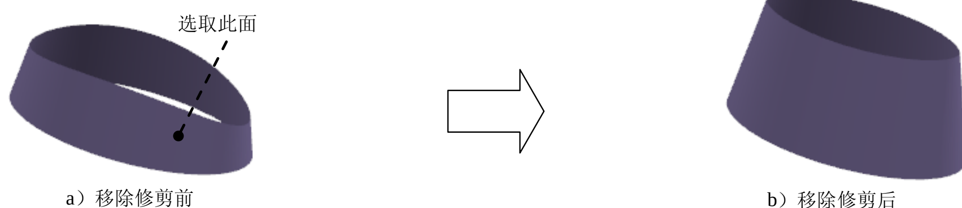
a）移除前

b）移除后

图 5.7.37 从片体中移除孔

方式二：移除修剪

使用“移除修剪”功能可以移除在片体上所做的修剪（如边界修剪和孔），并将片体恢复至参数四边形的形状。下面以图 5.7.38 为例来说明从片体中移除修剪的一般操作过程。



a）移除修剪前

b）移除修剪后

图 5.7.38 从片体中移除修剪

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.05\BOUNDARY_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 曲面(R) → 边界(B)... 命令，系统弹出“编辑片体边界”对话框（一）。

Step3. 在图形区选取图 5.7.38 所示的面，系统弹出“编辑片体边界”对话框（二）。单击其对话框中的 移除修剪 按钮，系统弹出“确认”对话框。

Step4. 在系统弹出的“确认”对话框中单击 确定(O) 按钮，弹出“编辑片体边界”对话框（一），单击其对话框中的 取消 按钮，完成曲面的移除修剪操作。

方式三：替换边

替换边就是用片体内或片体外的新边来替换原来的边缘。下面以图 5.7.39 为例来说明利用片体替换边的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.05\BOUNDARY_03.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 曲面(R) → 边界(B)... 命令，系统弹出“编辑片体边界”对话框（一）。

Step3. 在图形区选取图 5.7.39a 所示的曲面，系统弹出“编辑片体边界”对话框（二）。单击其对话框中的 替换边 按钮，系统弹出“警告”信息。

Step4. 单击 确定(O) 按钮，系统弹出“类选择”对话框。在图形区选取图 5.7.40 所示的曲面边缘，然后单击 确定 按钮，系统弹出图 5.7.41 所示的“编辑片体边界”对话框。

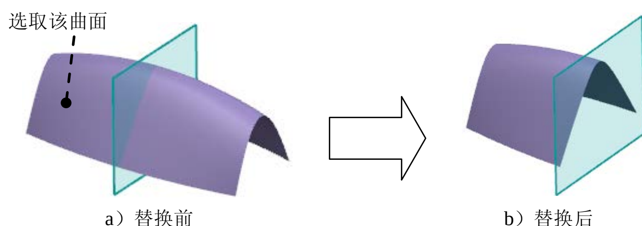


图 5.7.39　片体替换边

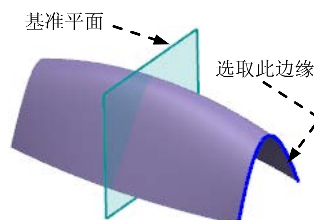


图 5.7.40　选取边缘曲线

图 5.7.41 所示“编辑片体边界”对话框中的各按钮说明如下。

- 选择面：用于选择实体的面作为约束对象。
- 指定平面：单击该按钮，弹出“平面”对话框，可利用此对话框指定平面作为片体边界的一部分。
- 沿法向的曲线：沿片体的法向投影曲线和边，从而确定片体的边界。
- 沿矢量的曲线：沿指定的方向矢量投影曲线和边，从而确定片体的边界。
- 指定投影矢量：用于指定投影的方向。

Step5. 在“编辑片体边界”对话框中单击 指定平面 按钮，系统弹出“平面”对话框，选取图 5.7.40 所示的基准平面，单击其对话框中的 确定 按钮，系统弹出“编辑片体边界”对话框。

Step6. 单击“编辑片体边界”对话框中的 确定 按钮，系统再次弹出“类选择”对话框。

Step7. 单击“类选择”对话框中的 确定 按钮，在绘图区选取图 5.7.42 所示的曲面为保留部分，然后单击 确定 按钮，系统弹出“编辑片体边界”对话框。

Step8. 单击“编辑片体边界”对话框中的 取消 按钮，完成替换边操作。

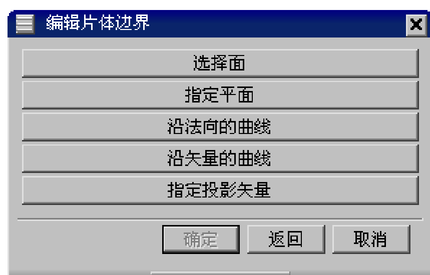


图 5.7.41 “编辑片体边界”对话框

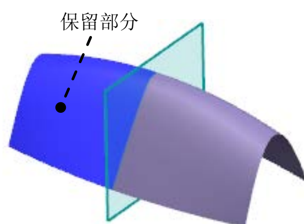


图 5.7.42 选取保留部分

3．更改边

使用 更改边(C)... 命令可以修改曲面的边。下面以图 5.7.43 为例来说明更改片体边缘的一般操作过程。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.05\CHANGE_EDGE.prt。

Step2．选择下拉菜单 编辑(E) → 曲面(R) → 更改边(C)... 命令，系统弹出“更改边”对话框（一）。

Step3．在图形区选取图 5.7.43a 所示的曲面，系统弹出“更改边”对话框（二）。在图形区选取图 5.7.44 所示的曲面边缘，系统弹出图 5.7.45 所示的“更改边”对话框（三）。单击其对话框中的 仅边 按钮，系统弹出图 5.7.46 所示的“更改边”对话框（四）。

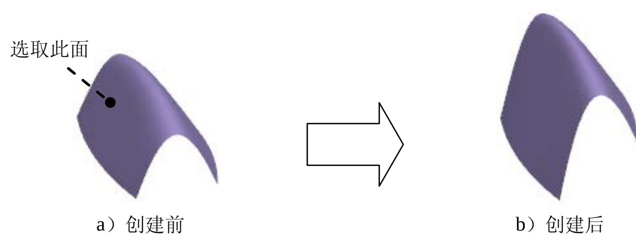


图 5.7.43 更改片体边缘

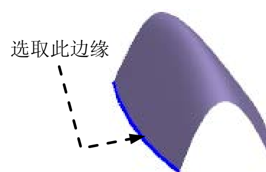


图 5.7.44 选取边缘曲线

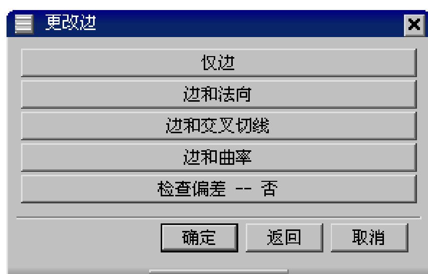


图 5.7.45 “更改边”对话框（三）



图 5.7.46 “更改边”对话框（四）

Step4．在“更改边”对话框（四）中单击 匹配到平面 按钮，系统弹出“平面”对话框。在绘图区选取 XY 基准平面，在 偏置 区域的 距离 文本框中输入数值-35，单击其对话框中的 确定 按钮，系统弹出“更改边”对话框（二）。

Step5. 单击“更改边”对话框（二）中的 取消 按钮，完成片体边缘的更改。

图 5.7.45 所示“更改边”对话框（三）中的各按钮说明如下。

- 仅边 ：用于修改选中的边。
- 边和法向 ：用于修改选中的边及其法向。
- 边和交叉切线 ：用于修改选中的边及它的横向斜率。
- 边和曲率 ：将选中的边及它的横向斜率与其他对象相匹配，且可以使曲面间的曲率连续。
- 检查偏差 -- 否 ：当匹配用于定位和相切的自由曲面时，选择“检查偏差”可提供曲面变形程度的信息。

图 5.7.46 所示“更改边”对话框（四）中的各按钮说明如下。

- 匹配到曲线 ：用于将曲面的边缘与选定的曲线匹配。
- 匹配到边 ：用于将曲面的边缘与其他实体的边缘匹配。
- 匹配到体 ：用于将实体的边缘与其他实体匹配。
- 匹配到平面 ：使实体边缘位于指定平面内。

5.7.6 曲面的缝合与实体化

1．曲面的缝合

曲面的缝合功能可以将两个或两个以上的曲面连接形成一张曲面。图 5.7.47 所示的曲面缝合的一般过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.06\SEW.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) ▸ → 缝合(W)... 命令，系统弹出“缝合”对话框。

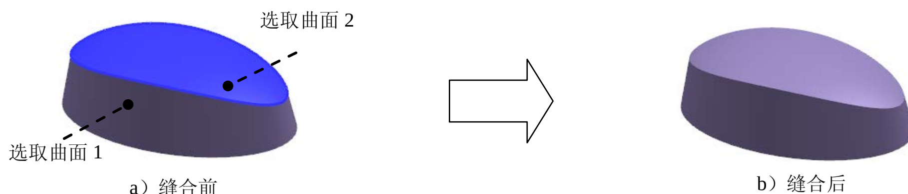


图 5.7.47 曲面的缝合

Step3. 定义目标片体和工具片体。在图形区选取图 5.7.47 所示的曲面 1 作为目标片体，选取曲面 2 为工具片体。

Step4. 单击 确定 按钮，完成曲面的缝合操作。

2．曲面的实体化

曲面的创建最终是为了生成实体，所以曲面的实体化在设计过程中是非常重要的。曲

面的实体化有多种类型，下面将分别介绍。

类型一：封闭曲面的实体化

封闭曲面的实体化就是将一组封闭的曲面转化为实体特征。图 5.7.48 所示的封闭曲面实体化的操作过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.06\SURFACE_SOLID.prt。

Step2. 选择下拉菜单 视图(V) → 截面(S) → 新建截面(T)... 命令，系统弹出“视图截面”对话框。在 类型 区域中选取 一个平面 选项；然后单击 剖切平面 区域的“设置平面至 X”按钮，此时可看到在图形区中显示的特征为片体（图 5.7.49）。单击此对话框中的 取消 按钮。

Step3. 选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 缝合(W)... 命令，系统弹出“缝合”对话框。在绘图区选取图 5.7.50 所示的曲面和片体特征，其他均采用默认设置值。单击“缝合”对话框中的 确定 按钮，完成实体化操作。

Step4. 选择下拉菜单 视图(V) → 截面(S) → 新建截面(T)... 命令，系统弹出“视图截面”对话框。在 类型 区域中选取 一个平面 选项；在 剖切平面 区域中单击按钮，此时可看到在图形区中显示的特征为实体（图 5.7.51）。单击此对话框中的 取消 按钮。

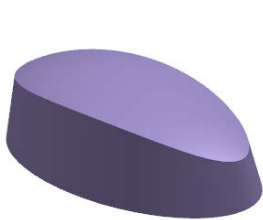


图 5.7.48　封闭曲面的实体化

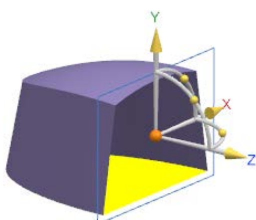


图 5.7.49　剖面视图

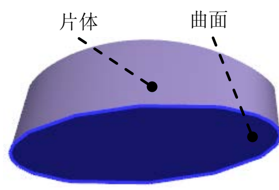


图 5.7.50　选取特征

类型二：使用补片创建实体

曲面的补片功能就是使用片体替换实体上的某些面，或者将一个片体补到另一个片体上。图 5.7.52 所示的使用补片创建实体的一般过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.06\SURF_REPLACE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 补片(C)... 命令，系统弹出“补片”对话框。

Step3. 在绘图区选取图 5.7.52a 所示的实体为要修补的体特征，选取图 5.7.52a 所示的片体为用于修补的体特征。单击“反向”按钮，使其与图 5.7.53 所示的方向一致。

Step4. 单击“补片”对话框中的 确定 按钮，完成补片操作。

注意：在进行补片操作时，工具片体的所有边缘必须在目标体的面上，而且工具片体必须在目标体上创建一个封闭的环，否则系统会提示出错。

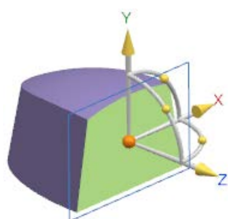
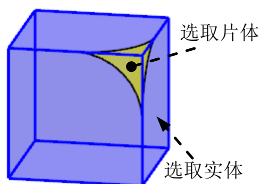
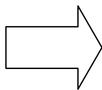


图 5.7.51　剖面视图







a）创建前　　b）创建后

图 5.7.52　创建补片实体

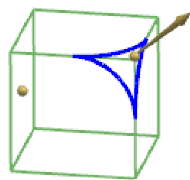


图 5.7.53　移除方向

类型三：开放曲面的加厚

曲面加厚功能可以将曲面进行偏置生成实体，并且生成的实体可以和已有的实体进行布尔运算。图 5.7.54 所示的曲面加厚的一般过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.07.06\THICKEN.prt。

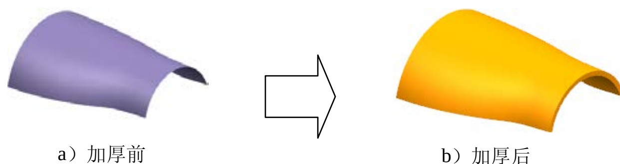
Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 加厚(T)... 命令，系统弹出“加厚”对话框。

“加厚”对话框中的部分选项说明如下。

- （面）：选取需要加厚的面。
- 偏置 1：该选项用于定义加厚实体的起始位置。
- 偏置 2：该选项用于定义加厚实体的结束位置。

Step3. 在“加厚”对话框的 偏置 1 文本框中输入数值 2，其他采用默认设置值，在绘图区选取图 5.7.54a 所示的曲面为加厚的面，定义 ZC 方向为加厚方向。单击 < 确定 > 按钮，完成曲面加厚操作。

说明：曲面加厚完成后，它的剖面是不平整的，所以加厚后一般还需切平。



a）加厚前　　b）加厚后

图 5.7.54　曲面的加厚

5.8　曲面中的倒圆角

倒圆角在曲面建模中具有相当重要的地位。倒圆角功能可以在两组曲面或者实体表面之间建立光滑连接的过渡曲面，创建过渡曲面的截面线可以是圆弧、二次曲线和等参数曲线等。在创建圆角时，应注意：为了避免创建从属于圆角特征的子项，标注时，不要以圆角创建的边或相切边为参照；在设计中要尽可能晚些添加圆角特征。

倒圆角的类型主要包括边倒圆、面倒圆、软倒圆和样式圆角四种。下面介绍这几种倒

圆角的具体用法。

5.8.1 边倒圆

边倒圆可以使至少由两个面共享的选定边缘变光滑。倒圆时，就像它沿着被倒圆角的边缘（圆角半径）滚动一个球，同时使球始终与在此边缘处相交的各个面接触。边倒圆的方式有以下四种：恒定半径方式、变半径方式、空间倒角方式和突然停止点边倒圆方式。

1. 恒定半径方式

创建图 5.8.1 所示的恒定半径边倒圆的一般过程如下。

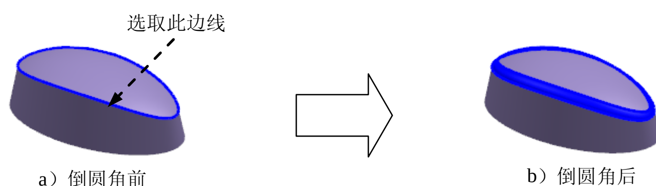


图 5.8.1 恒定半径方式边倒圆

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.08.01\BLEND_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)...命令，系统弹出“边倒圆”对话框。

Step3. 在对话框的形状下拉列表中选择圆形选项，在绘图区选取图 5.8.1a 所示的边线，在要倒圆的边区域的半径 1文本框中输入数值 5。

Step4. 单击“边倒圆”对话框中的< 确定 >按钮，完成恒定半径方式的边倒圆操作。

2. 变半径方式

下面通过变半径方式创建图 5.8.2 所示的边倒圆。

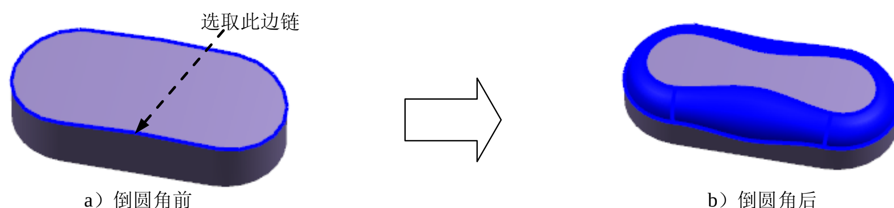


图 5.8.2 变半径方式边倒圆

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.08.01\BLEND_02.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)...命令，系统弹出“边倒圆”对话框。

Step3. 在绘图区选取图 5.8.2a 所示的边链，在可变半径点区域中单击指定新的位置按钮，选取图 5.8.3a 所示的边线 1，在V 半径文本框中输入数值 12，在位置文本框中选择弧长百分比

选项，在弧长百分比文本框中输入数值 50；同样选取图 5.8.3a 所示的边线 1，在V 半径文本框中输入数值 8，在位置文本框中选择%弧长百分比选项，在弧长百分比文本框中输入数值 0；再次选取图 5.8.3a 所示的边线 1，在V 半径文本框中输入数值 8，在位置文本框中选择%弧长百分比选项，在弧长百分比文本框中输入数值 100；参照上述方法创建图 5.8.3b 所示与之对应另一侧边线 2 的三点位置及半径大小。

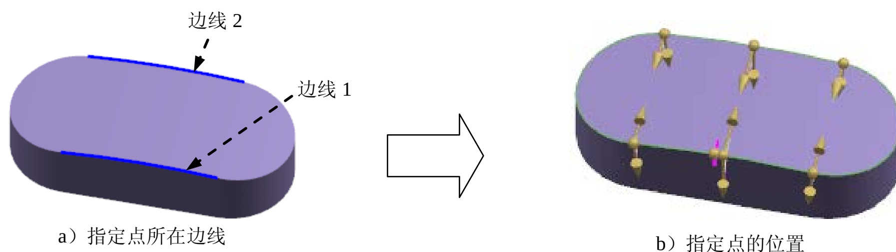


图 5.8.3　定义变半径方式边倒圆

Step4. 单击“边倒圆”对话框中的< 确定 >按钮，完成变半径边倒圆操作。

3．拐角突然停止边倒圆

下面通过拐角突然停止创建图 5.8.4 所示的边倒圆。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.08.01\BLEND_03.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)...命令，系统弹出“边倒圆”对话框。

Step3. 在对话框的形状下拉列表中选择圆形选项，选取图 5.8.4a 所示的边链，在要倒圆的边区域的半径 1文本框中输入数值 10。

Step4. 在拐角突然停止区域中单击选择端点按钮，选取图 5.8.4a 所示的端点 1；在停止位置文本框中选择按某一距离选项，在位置文本框中选择弧长选项，在弧长百分比文本框中输入数值 0；选取图 5.8.4a 所示的端点 2；在停止位置文本框中选择按某一距离选项，在位置文本框中选择弧长选项，在弧长百分比文本框中输入数值 0。

Step5. 单击“边倒圆”对话框中的< 确定 >按钮，完成拐角突然停止边倒圆操作。

5.8.2　面倒圆

面倒圆(F)...命令可用于创建复杂的圆角面，该圆角面与两组输入曲面相切，并且可以对两组曲面进行裁剪和缝合。圆角面的横截面可以是圆弧或二次曲线。

1．用圆形横截面创建面倒圆

创建图 5.8.5 所示的圆形横截面面倒圆的一般步骤如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.08.02\FACE_BLEND_01.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 面倒圆(F)... 命令，系统弹出图 5.8.6 所示的"面倒圆"对话框。

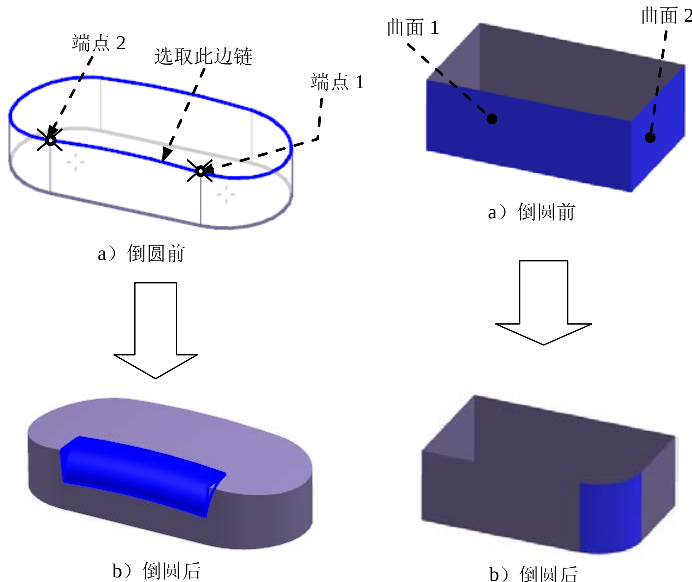


图 5.8.4 拐角突然停止边倒圆　　图 5.8.5 面倒圆特征



图 5.8.6 "面倒圆"对话框

Step3. 定义面倒圆类型。在"面倒圆"对话框的 类型 下拉列表中选择 两个定义面链 选项。

Step4. 在图形区选取图 5.8.5 所示的曲面 1 和曲面 2。

Step5. 定义面倒圆横截面。在 截面方向 下拉列表中选择 滚球 选项，在 形状 下拉列表中选择 圆形 选项，在 半径方法 下拉列表中选择 恒定 选项，在 半径 文本框中输入数值 15。

Step 6. 单击"面倒圆"对话框中的 < 确定 > 按钮，完成面倒圆的创建。

图 5.8.6 所示"面倒圆"对话框中的各个选项的说明如下。

- 类型 下拉列表：用于定义面圆角的类型，包括以下两种类型的面圆角：
  - ☑ 两个定义面链（两个定义面链）：选取两个面链，在两个面链之间创建面圆角。
  - ☑ 三个定义面链（三个定义面链）：选取三个面链，在三个面链之间创建面圆角。
- 截面方向 下拉列表：可以定义"滚动球"和"扫掠剖面"两种面倒圆的截面方位。
  - ☑ 滚球（滚球）：使用滚动的球体创建面倒圆，倒圆截面线由球体与两组曲面的交点确定。
  - ☑ 扫掠截面（扫掠截面）：沿着脊线曲线扫掠横截面，倒圆横截面的平面始终垂直于脊线曲线。
- 形状 下拉列表：用于控制倒圆角横截面的形状。
  - ☑ 圆形：横截面形状为圆弧。

☑ 对称二次曲线：横截面形状为对称二次曲线。

☑ 不对称二次曲线：横截面形状为不对称二次曲线。

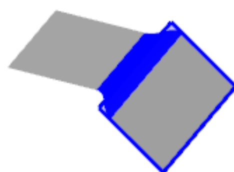
- 半径方法下拉列表：用于控制面倒圆半径方法。

☑ 恒定：使用恒定半径（正值）进行倒圆。

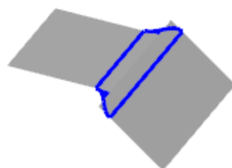
☑ 规律控制：依照规律函数在沿着脊线曲线的单个点处定义可变的半径。

☑ 相切约束：控制倒圆半径，其中倒圆面与选定曲线/边缘保持相切约束。

- ☑ 修剪输入面至倒圆面：修剪输入曲面，使其终止于倒圆曲面。选中与不选中该复选框的区别如图 5.8.7 所示。



a）选中修剪复选框



b）不选中修剪复选框

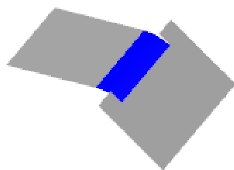
图 5.8.7　选择修剪复选框的区别

- ☑ 缝合所有面：缝合所有输入曲面和倒圆曲面。

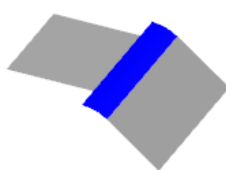
☑ 对于 ☑ 修剪输入面至倒圆面和☑ 缝合所有面复选框被选中后，选择圆角面下拉列表中的四种不同选项时，修剪的结果如图 5.8.8 所示。



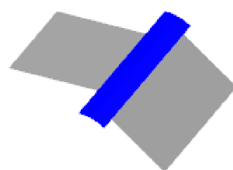
a）修剪所有输入面



b）修剪至短输入面



c）修剪至长输入面



d）不要修剪圆角面

图 5.8.8　圆角面下拉列表选项区别

2．用规律控制创建面倒圆

创建图 5.8.9 所示的规律控制的面倒圆的一般步骤如下。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.08.02\FACE_BLEND_02.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) ▸ → 面倒圆(F)... 命令，系统弹出“面倒圆”对话框。

Step3．在绘图区选取图 5.8.10 所示的面 1，单击鼠标中键，选取图 5.8.10 所示的面 2，在对话框 横截面 区域的 形状 下拉列表中选取 圆形 选项，在 半径方法 下拉列表中选取 规律控制 选项，选取图 5.8.9a 所示的边线作为脊线；在 规律类型 下拉列表中选取 三次 选项，在 半径起点 文本框中输入数值 15，在 半径终点 文本框中输入数值 5。

Step4．单击“面倒圆”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成面倒圆操作。

说明：在选取图 5.8.9a 所示的边线时，显示的边线的方向会根据单击的位置不同而不同，单击位置靠上时，直线方向朝下；靠下的时候，方向是朝上的。边线的方向和在“规律控制的”对话框中输入的起始值和终止值是相对应的。

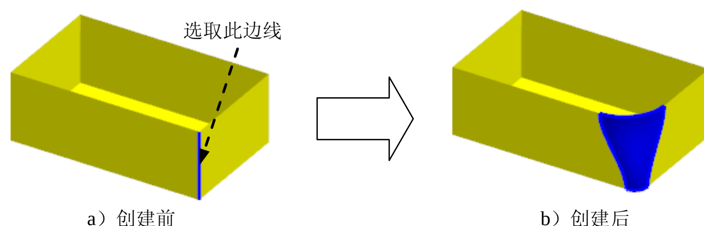


图 5.8.9 规律控制创建的面倒圆

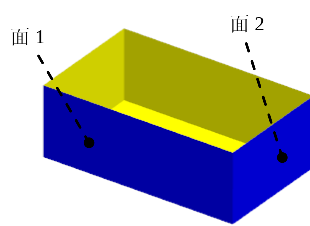


图 5.8.10 面倒圆参照

3. 用二次曲线横截面创建面倒圆

创建图 5.8.11 所示的二次曲线横截面方式的面倒圆的一般步骤如下。

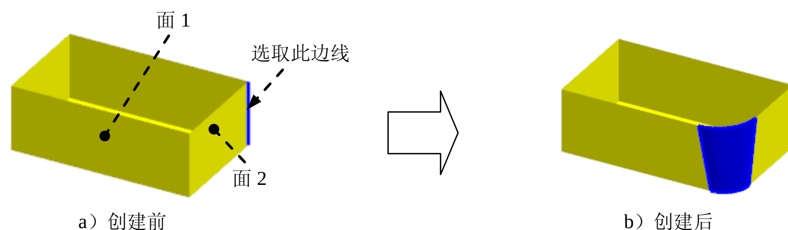


图 5.8.11 二次曲线方式创建面倒圆

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.08.02\FACE_BLEND_03.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) ▸ → 面倒圆(F)... 命令，系统弹出“面倒圆”对话框。

Step3. 在 横截面 区域的 形状 下拉列表中选取 对称二次曲线 选项。在绘图区选取图 5.8.11 所示的面 1，单击鼠标中键确认；选取面 2；在 二次曲线法 的下拉菜单中选择 边界和 Rho，在 边界方法 的下拉菜单中选择 规律控制，在 规律类型 下拉列表中选取 线性 选项，在 边界起点 中输入数值 15，在 边界终点 中输入数值 10，在 Rho 方法 下拉列表中选取 恒定 选项；单击 * 选择脊线 (0) 按钮，在绘图区选取图 5.8.11a 所示的边线，在 Rho 文本框中输入数值 0.5。

Step4. 单击“面倒圆”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成面倒圆操作。

注意：在选取图 5.8.11 所示的面 1 和面 2 时，可通过单击“反向”按钮，使箭头指向另一个方向。

5.8.3 软倒圆

软倒圆(S)... 命令用于创建其横截面形状不是圆弧的圆角，这可以避免有时产生的与圆弧圆角相关的生硬的“机械”外观。这个功能可以对横截面形状有更多的控制，并允许创建比其他圆角类型更美观悦目的设计。下面通过创建图 5.8.12b 所示的圆角，来说明创建

软倒圆的一般步骤。

说明：此命令默认状态下在下拉菜单中没有显示，需要在定制界面中进行添加。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.08.03\SOFT_BLEND.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) ▸ → 软倒圆(S)... 命令，系统弹出图 5.8.13 所示的“软倒圆”对话框。

Step3．在绘图区选取图 5.8.14 所示的面 1，单击 法向反向 按钮调整方向，使其与图 5.8.14 所示的方向一致；单击鼠标中键，选取面 2，单击 法向反向 按钮调整方向向内；单击第一相切曲线按钮，在绘图区选取图 5.8.14 所示的曲线 1；单击第二条相切曲线按钮，在绘图区选取图 5.8.14 所示的曲线 2。

Step4．在“软倒圆”对话框的 附着方式 下拉列表中选择 修剪并全部附着 选项，在 光顺性 区域中选取 ⊙ 匹配切矢 单选项。

Step5．定义脊线串。单击 定义脊线串 按钮，选取图 5.8.15 所示的边线。单击“脊线”对话框与“软倒圆”对话框中的 确定 按钮，完成软倒圆操作。

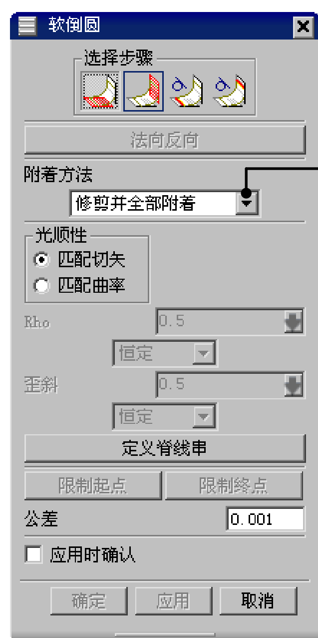


图 5.8.13　“软倒圆”对话框

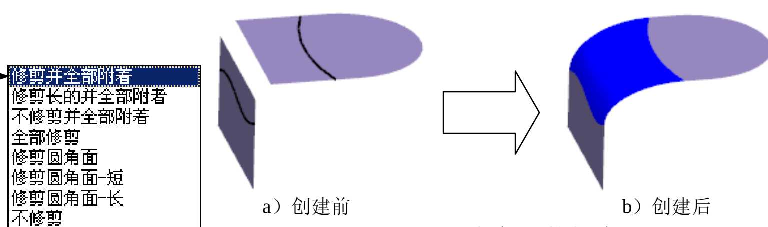


图 5.8.12　软倒圆的创建

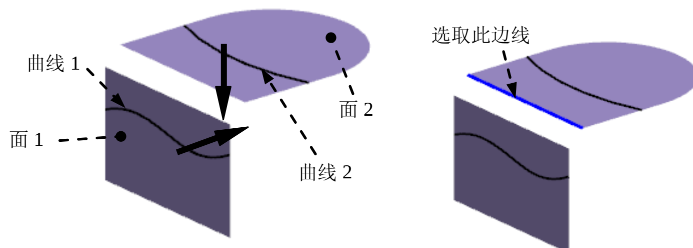


图 5.8.14　曲线与曲面

图 5.8.15　脊线

图 5.8.13 所示“软倒圆”对话框中各个选项的说明如下。

- 选择步骤 区域：定义软倒圆命令中的输入面和相切曲线。
  - ☑ （第一组）：用于选取软倒圆的第一组面，选取此面后，会显示倒圆矢量的箭头，单击“法向反向”按钮可以改变倒圆矢量箭头的方向。

☑ （第二组）：用于选取软倒圆的第二组面，选取此面后，会显示倒圆矢量的箭头，单击“法向反向”按钮可以改变倒圆矢量箭头的方向。

☑ （第一相切曲线）：用于选取第一组相切曲线，如果曲线不在第一组曲面上，系统会将曲线沿面的法向方向投影至第一组曲面上的线串作为第一组相切曲线。

☑ （第二相切曲线）：用于选取第二组相切曲线，如果曲线不在第二组曲面上，系统会将曲线沿面的法向方向投影至第二组曲面上的线串作为第二组相切曲线。

- 法向反向：单击此按钮，将改变面集后显示的矢量方向。
- 附着方式下拉列表：定义软倒圆角曲面的修剪和附着方式。

☑ 修剪并全部附着：修剪与圆角面相连的两组曲面，软圆角曲面也被修剪，并且修剪的圆角附着到底层的面集上。

☑ 修剪长的并全部附着：修剪与圆角面相连的两组曲面，根据较长的一组曲面的长度修剪软圆角曲面，并且修剪的圆角附着到底层的面集上。

☑ 不修剪并全部附着：修剪与圆角面相连的两组曲面，不对软圆角曲面进行修剪，软圆角将被附着到底层的面集上。

☑ 全部修剪：修剪与圆角面相连的两组曲面，软圆角曲面也被修剪，但不将圆角附着到面上。

☑ 修剪圆角面：只将软圆角曲面修剪到底层面集的限制边上或指定的限制平面上。

☑ 修剪圆角面-短：根据较短的一组曲面的长度只对软圆角曲面进行修剪。

☑ 修剪圆角面-长：根据较长的一组曲面的长度只对软圆角曲面进行修剪。

☑ 不修剪：既不修剪与圆角面相连的两组曲面，也不修剪软圆角曲面。

选择不同的附着方式下拉选项后，生成的软倒圆的形状如图 5.8.16 所示。

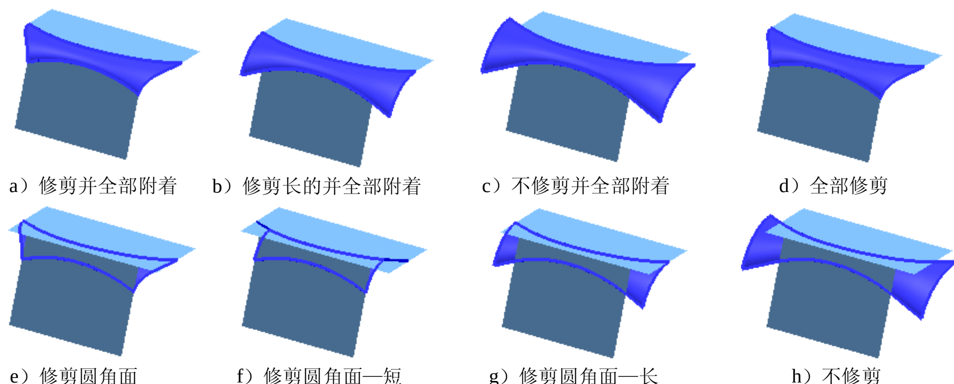


图 5.8.16　附着方式示意图

- 光顺性区域：定义软倒圆角连续方式是“匹配切矢”或者是“曲率连续”。
  - ☑ ⊙ 匹配切矢：只与相邻曲面的切线匹配。这种情况下，圆角的横截面的外形是椭圆形，并且 Rho 和“扭曲”字段以灰色显示。
  - ☑ ⊙ 匹配曲率：斜率和曲率都连续。这种情况下，有两个外形控制参数：Rho 和歪斜。
- Rho 下拉列表：定义 Rho 值来控制截面的形状。
  - ☑ 恒定：对软倒圆 Rho 值使用恒定值。
  - ☑ 规律控制：允许用户依照规律函数在沿着脊线曲线的单个点处定义可变软倒圆 Rho 值。
- 歪斜下拉列表：定义歪斜值来控制截面的形状。
  - ☑ 恒定：对软倒圆歪斜值使用恒定值。
  - ☑ 规律控制：允许用户依照规律函数在沿着脊线曲线的单个点处定义软倒圆歪斜值。
- 定义脊线串：用户通过定义软倒圆的脊线串，使软倒圆的截面线均垂直于脊线的法向平面。

5.9　UG 曲面产品设计实际应用 1

应用概述：

本应用主要运用了“拉伸”“投影曲线”“扫掠”“修剪和延伸”“倒斜角”等命令，在设计此零件的过程中注意基准面的创建，应便于特征截面草图的绘制。零件模型和模型树如图 5.9.1 所示。



图 5.9.1　零件模型及设计树

Step1. 新建文件。选择下拉菜单 文件(F) ➡ 新建(N)... 命令，系统弹出“新建”对话框。在 模型 选项卡的 模板 区域中选取模板类型为 模型，在 名称 文本框中输入文件名称 LINK_BEAM，单击 确定 按钮，进入建模环境。

Step2. 创建图 5.9.2 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令。选取 XY 平面为草图平面，绘制图 5.9.3 所示的截面草图；在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，在其下的 距离 文本框中输入值 170，单击 确定 按钮，完成拉伸特征 1 的创建。

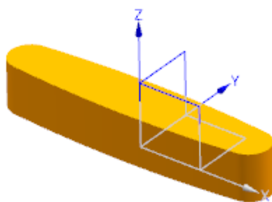


图 5.9.2 拉伸特征 1

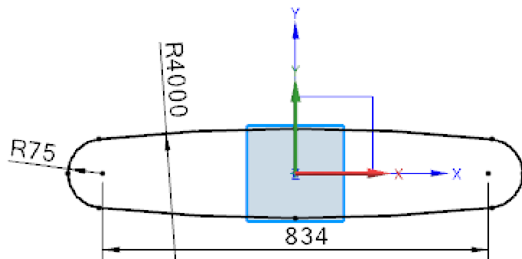


图 5.9.3 截面草图

Step3. 创建图 5.9.4 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 ZX 平面为草图平面，绘制图 5.9.5 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 对称值 选项，在其下的 距离 文本框中输入值 120，在 布尔 区域的下拉列表中选择 无 选项，在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项，单击 确定 按钮，完成拉伸特征 2 的创建。

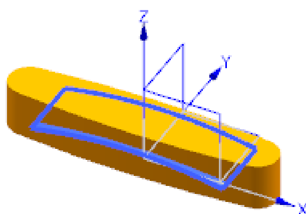


图 5.9.4 拉伸特征 2

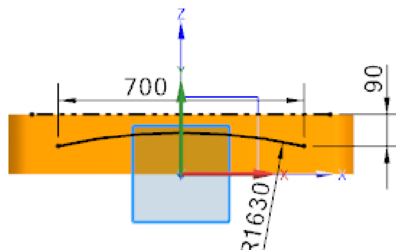


图 5.9.5 截面草图

Step4. 创建草图 1。选取 ZX 为草图平面；绘制图 5.9.6 所示的草图。

Step5. 创建图 5.9.7 所示投影曲线 1。选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 投影(P)... 命令；选择草图 1 为要投影的曲线，选取图 5.9.8 所示的面为投影面；在 投影方向 的 方向 下拉列表中选择 沿矢量 选项，选择 -YC 矢量方向，单击 < 确定 > 按钮，完成投影曲线 1 的创建。

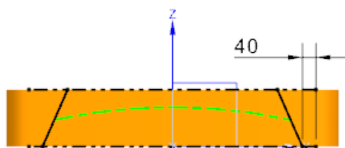


图 5.9.6 草图 1

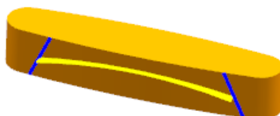


图 5.9.7 投影曲线 1

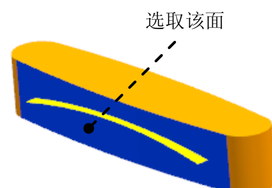


图 5.9.8 选取投影面

Step6. 创建草图 2。选取图 5.9.9 所示的模型表面为草图平面；绘制图 5.9.10 所示的草

图。

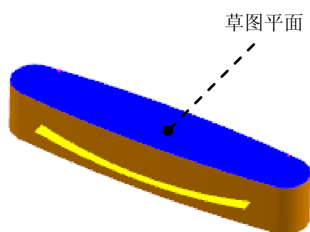


图 5.9.9　定义草图平面

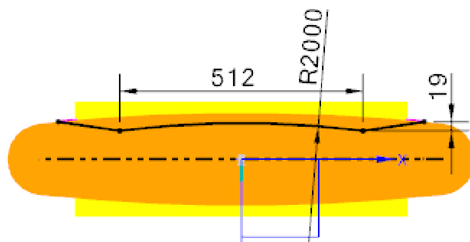


图 5.9.10　草图 2

Step7. 创建草图 3。选取图 5.9.11 所示的模型表面为草图平面；绘制图 5.9.12 所示的草图。

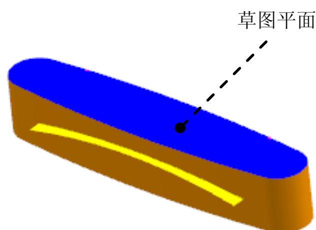


图 5.9.11　定义草图平面

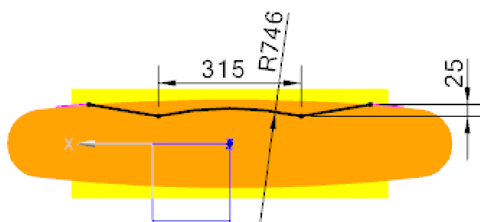


图 5.9.12　草图 3

Step8. 创建图 5.9.13 所示的扫掠曲面 1。选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)... 命令，选取图 5.9.14 所示的草图 5 与草图 6 为扫掠的截面曲线串，选取图 5.9.14 所示的投影曲线为扫掠的引导线串。采用系统默认的扫掠偏置值，单击 < 确定 > 按钮，完成扫掠曲面 1 的创建。

Step9. 创建修剪特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(N)... 命令，在 类型 下拉列表中选择 制作拐角 选项，选取图 5.9.15 所示的扫掠曲面为目标体，选取图 5.9.15 所示的拉伸曲面为工具体。调整方向保留图 5.9.16 所示的部分，单击 < 确定 > 按钮，完成修剪特征 1 的创建。

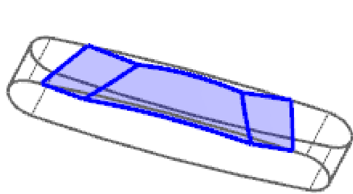


图 5.9.13　扫掠曲面 1

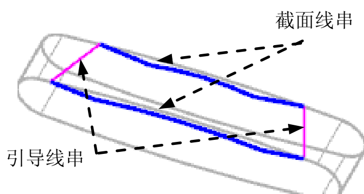


图 5.9.14　定义扫掠截面与引导线

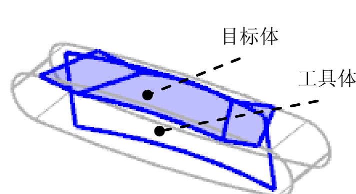


图 5.9.15　定义目标体

Step10. 创建图 5.9.17 所示镜像体 1。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 抽取几何体(E)... 命令；选取修剪和延伸为镜像体。选取 ZX 基准平面作为镜像平面。单击 < 确定 > 按钮，完成镜像体 1 的创建。

Step11. 创建图 5.9.18 所示的修剪体 1。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) →

修剪体(T)...命令，选取图 5.9.19 所示的目标体，选取图 5.9.19 所示的工具体，单击确定按钮，完成修剪体 1 的创建。

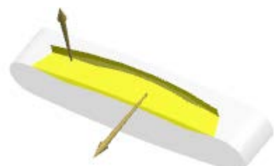
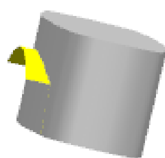
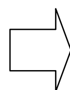
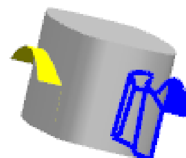


图 5.9.16　保留方向



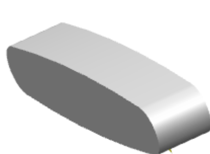
a）镜像前



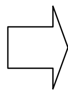


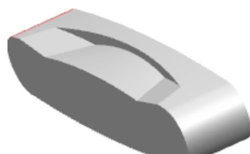
b）镜像后

图 5.9.17　镜像体 1



a）修剪前





b）修剪后

图 5.9.18　修剪体 1

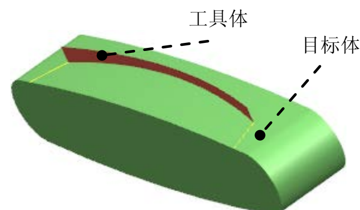
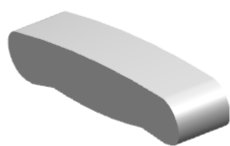
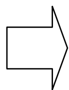


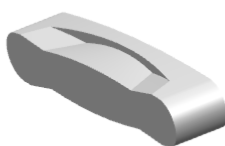
图 5.9.19　定义目标体与工具体（一）

Step12. 创建图 5.9.20 所示的修剪体 2。选择下拉菜单插入(S) → 修剪(T) → 修剪体(T)...命令，选取图 5.9.21 所示的目标体，选取图 5.9.21 所示的工具体，单击确定按钮，完成修剪体 2 的创建。



a）修剪前





b）修剪后

图 5.9.20　修剪体 2

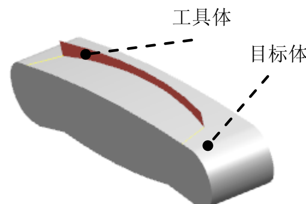


图 5.9.21　定义目标体与工具体（二）

Step13. 创建图 5.9.22 所示拉伸特征 3。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令；选取图 5.9.23 所示的模型表面为草图平面，绘制图 5.9.24 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，在其下的距离文本框中输入值 0，在限制区域的结束下拉列表中选择值选项，在其下的距离文本框中输入值 120；在布尔区域的下拉列表中选择求差选项。

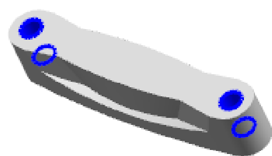


图 5.9.22　拉伸特征 3

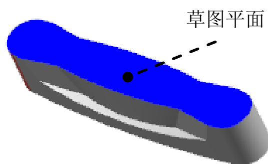


图 5.9.23　定义草图平面

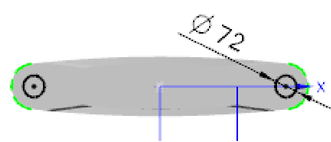
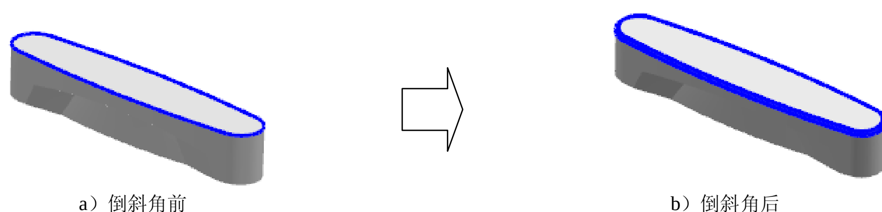


图 5.9.24　截面草图

Step14. 创建图 5.9.25 所示的倒斜角特征 1。选择下拉菜单插入(S) → 细节特征(L) → 倒斜角(C)...命令，选择图 5.9.25a 所示的边链为边倒圆参照，并在距离文本框中输

入值 10。单击< 确定 >按钮，完成倒斜角特征 1 的创建。



a）倒斜角前　　b）倒斜角后

图 5.9.25　倒斜角特征 1

Step15. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

5.10　UG 曲面产品设计实际应用 2

应用概述：

本应用主要讲述涡轮零件建模，建模过程中主要使用了旋转、抽取面、修剪片体、投影曲线、通过曲线网格、有界平面和实例几何体等命令。其中曲线网格的操作技巧性较强，需要读者用心体会。零件模型和模型树如图 5.10.1 所示。



图 5.10.1　零件模型及模型树

说明：本应用前面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch05.10\reference\文件下的语音视频讲解文件 TURBINE-r01.exe。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch05.10\TURBINE_ex.prt。

Step2. 创建图 5.10.2 所示的抽取的面 1。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 抽取几何体(E)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 面 选项。选取图 5.10.3 所示的面为要

抽取的面。单击确定按钮，完成抽取面操作。

Step3. 创建图 5.10.4 所示修剪 1。选择下拉菜单插入(S) ➡ 修剪(T) ➡ 修剪片体(R)...命令；选择图 5.10.5 所示的面为目标体，选取 YZ 平面为边界对象；在区域区域中选中 ⊙ 保留单选项，单击确定按钮，完成修剪 1 操作。

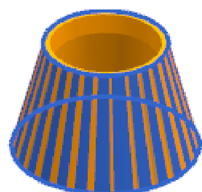


图 5.10.2 抽取的面 1



图 5.10.3 选择抽取面

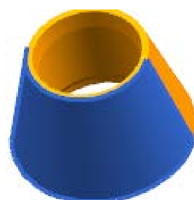


图 5.10.4 修剪 1

Step4. 创建草图 1。选取 YZ 基准平面为草图平面；绘制图 5.10.6 所示的草图。

Step5. 创建图 5.10.7 所示投影曲线 1。选择下拉菜单插入(S) ➡ 来自曲线集的曲线(F) ➡ 投影(P)...命令；在要投影的曲线或点区域选择草图 1 为要投影的曲线，选取图 5.10.7 所示的面为投影面；在投影方向的方向下拉列表中选择沿矢量选项，指定矢量为 XC 方向，单击< 确定 >按钮，完成投影曲线 1 的创建。

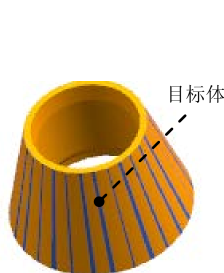


图 5.10.5 定义目标体

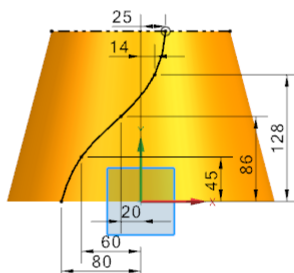


图 5.10.6 草图 1

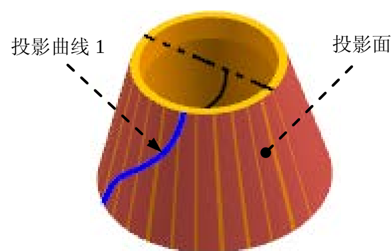


图 5.10.7 投影曲线 1

Step6. 创建图 5.10.8 所示的修剪 2。选择下拉菜单插入(S) ➡ 修剪(T) ➡ 修剪片体(R)...命令。选择图 5.10.9 所示的面为目标体并单击中键确认，选取图 5.10.10 所示的投影曲线为边界对象；在区域区域中选中 ⊙ 保留单选项，单击确定按钮，完成修剪 2 操作。



图 5.10.8 修剪 2

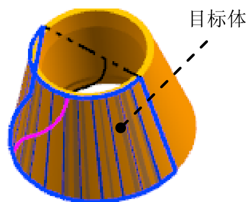


图 5.10.9 定义目标体

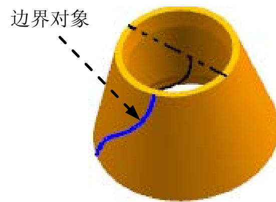


图 5.10.10 定义边界对象

Step7. 创建草图 2。选取 YZ 基准平面为草图平面；绘制图 5.10.11 所示的草图。

Step8. 创建图 5.10.12 所示投影曲线 2。选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 投影(P)... 命令；在 要投影的曲线或点 区域选择草图 2 为要投影的曲线，选取图 5.10.12 所示的面为投影面；在 投影方向 的 方向 下拉列表中选择 沿矢量 选项，指定矢量为 XC 方向，单击 < 确定 > 按钮，完成投影曲线 2 的创建。

Step9. 创建图 5.10.13 所示的修剪 3。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪片体(R)... 命令。选择图 5.10.14 所示的面为目标体，选取图 5.10.15 所示的投影曲线为边界对象；在 区域 区域中选中 ⊙ 舍弃 单选项，单击 确定 按钮，完成修剪 3 操作。

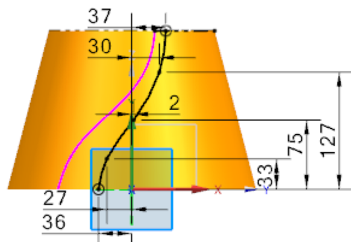


图 5.10.11　草图 2

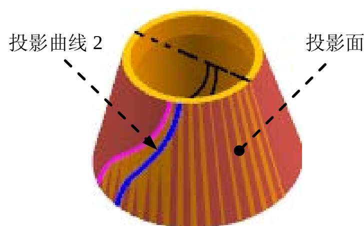


图 5.10.12　投影曲线 2



图 5.10.13　修剪 3

Step10. 创建图 5.10.16 所示的旋转曲面 1。选择 插入(S) → 设计特征(E) → 回转(R)... 命令；选取 ZX 平面为草图平面，绘制图 5.10.17 所示的截面草图；选取 Z 轴为旋转轴，在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，在 角度 文本框中输入值-90；在 结束 下拉列表中选择 值 选项，在 角度 文本框中输入值 90；单击 < 确定 > 按钮，完成旋转曲面 1 的创建。

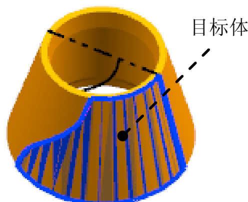


图 5.10.14　定义目标体

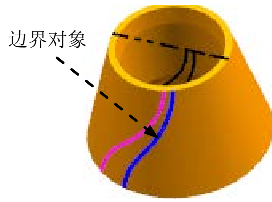


图 5.10.15　定义边界对象



图 5.10.16　旋转曲面 1

Step11. 创建草图 3。选取 YZ 基准平面为草图平面；绘制图 5.10.18 所示的草图。

Step12. 创建图 5.10.19 所示投影曲线 3。选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 投影(P)... 命令；在 要投影的曲线或点 区域选择草图 3 为要投影的曲线，选取图 5.10.19 所示的面为投影面；在 投影方向 的 方向 下拉列表中选择 沿矢量 选项，指定矢量为 XC 方向，单击 < 确定 > 按钮，完成投影曲线 3 的创建。

Step13. 创建图 5.10.20 所示的修剪 4。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪片体(R)... 命令。选择图 5.10.21 所示的面为目标体，选取图 5.10.21 所示的投影曲线为边界对象；在 区域 区域中选中 ⊙ 保留 单选项，单击 确定 按钮，完成修剪 4 操作。

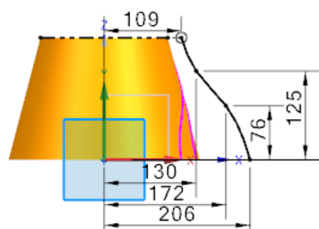


图 5.10.17　截面草图

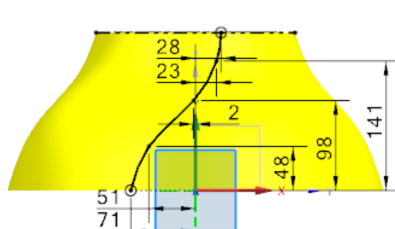


图 5.10.18　草图 3

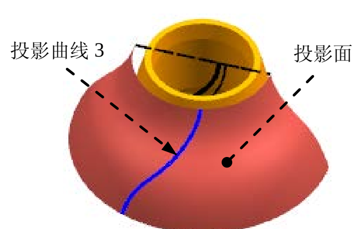
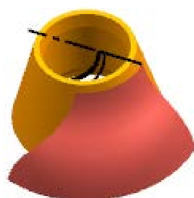


图 5.10.19　投影曲线 3

Step14. 创建草图 4。选取 YZ 基准平面为草图平面；绘制图 5.10.22 所示的草图。

Step15. 创建图 5.10.23 所示投影曲线 4。选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 投影(P)... 命令；在 要投影的曲线或点 区域选择草图 4 为要投影的曲线，选取图 5.10.23 所示的面为投影面；在 投影方向 的 方向 下拉列表中选择 沿矢量 选项，指定矢量为 XC 方向，单击 < 确定 > 按钮，完成投影曲线 4 的创建。


图 5.10.20　修剪 4

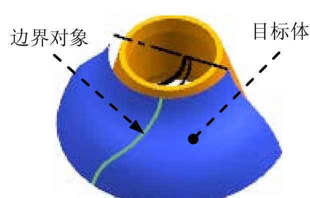


图 5.10.21　定义目标体及边界对象

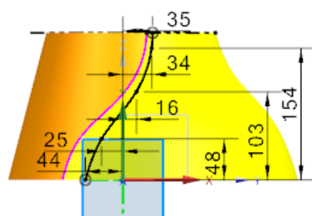


图 5.10.22　草图 4

Step16. 创建图 5.10.24 所示的修剪 5。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪片体(R)... 命令。选择图 5.10.25 所示的面为目标体，选取图 5.10.25 所示的投影曲线为边界对象；在 区域 区域中选中 ⊙ 保留 单选项，单击 确定 按钮，完成修剪 5 操作。

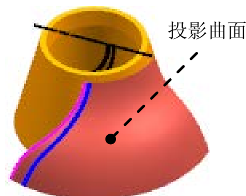
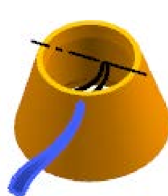


图 5.10.23　投影曲线 4


图 5.10.24　修剪 5

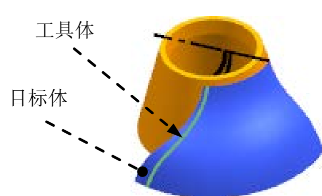


图 5.10.25　选取目标体与边界

Step17. 创建图 5.10.26 所示的直线 1。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 直线(L)... 命令。选择图 5.10.26 所示投影曲线 2 的端点作为起点，选取投影曲线 4 的端点作为终点，单击 < 确定 > 按钮，完成直线 1 的创建。

Step18. 创建图 5.10.27 所示的直线 2。选择图 5.10.27 所示投影曲线 1 的端点作为起点，选取投影曲线 3 的端点作为终点，单击 < 确定 > 按钮，完成直线 2 的创建。

Step19. 创建图 5.10.28 所示的直线 3。选择图 5.10.28 所示投影曲线 1 的端点作为起点，选取投影曲线 3 的端点作为终点，单击 < 确定 > 按钮，完成直线 3 的创建。

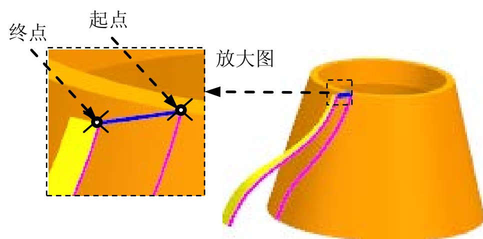


图 5.10.26　直线 1

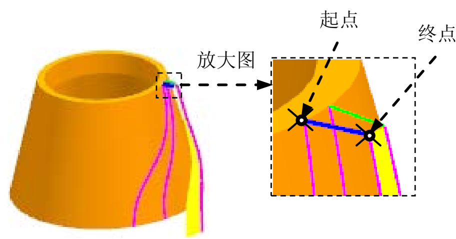


图 5.10.27　直线 2

Step20. 创建图 5.10.29 所示的直线 4。选择图 5.10.29 所示投影曲线 2 的端点作为起点，选取投影曲线 4 的端点作为终点，单击< 确定 >按钮，完成直线 4 的创建。

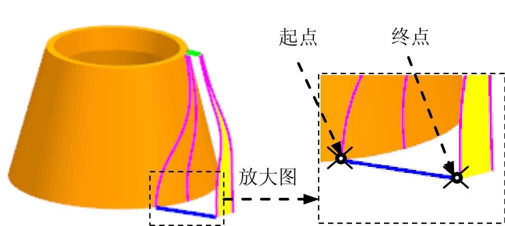


图 5.10.28　直线 3

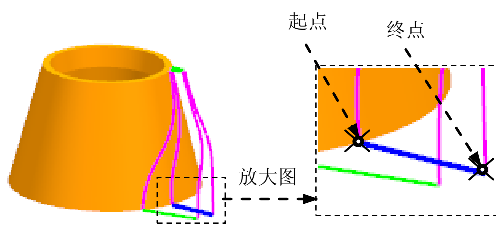
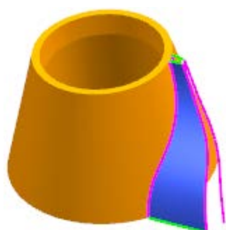


图 5.10.29　直线 4

Step21. 创建图 5.10.30 所示的网格曲面 1。选择下拉菜单插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线网格(M)...命令；依次选取图 5.10.31 所示的投影曲线 1 与投影曲线 3 为主线串，并分别单击中键确认；再次单击中键后依次选取图 5.10.31 所示的直线 2 与直线 3 为交叉线串，并分别单击中键确认；单击确定按钮，完成网格曲面 1 的创建。


图 5.10.30　网格曲面 1

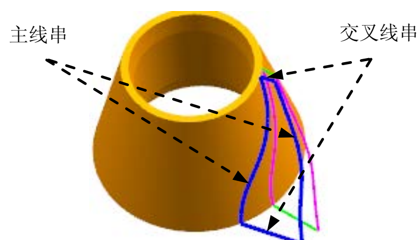
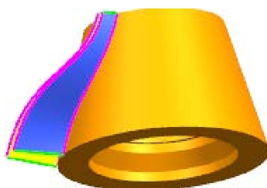


图 5.10.31　定义主线串与交叉线串

Step22. 创建图 5.10.32 所示的网格曲面 2。选择下拉菜单插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线网格(M)...命令；依次选取图 5.10.33 所示的投影曲线 1 与投影曲线 3 为主线串，并分别单击中键确认；再次单击中键后依次选取图 5.10.31 所示的直线 2 与直线 3 为交叉线串，并分别单击中键确认；单击确定按钮，完成网格曲面 2 的创建。


图 5.10.32　网格曲面 2

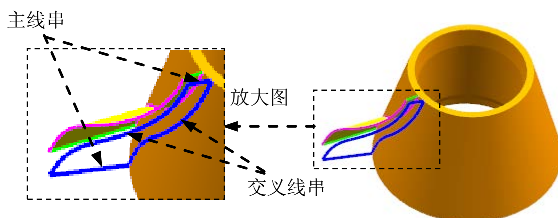


图 5.10.33　定义截面线串与交叉线串

Step23. 创建图 5.10.34 所示的有界平面 1。选择下拉菜单 插入(S) → 曲面(R) → 有界平面(P)... 命令。选取图 5.10.35 所示的封闭曲线串，单击 < 确定 > 按钮，完成有界平面 1 的创建。

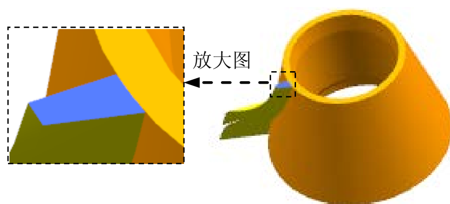


图 5.10.34 有界平面 1

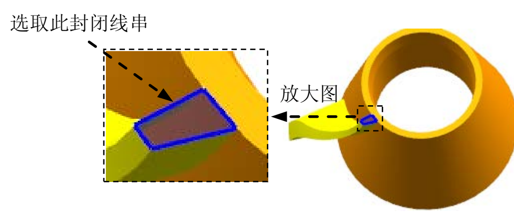


图 5.10.35 定义封闭线串

Step24. 创建图 5.10.36 所示的有界平面 2。选择下拉菜单 插入(S) → 曲面(R) → 有界平面(P)... 命令。选取图 5.10.37 所示的封闭曲线串，单击 < 确定 > 按钮，完成有界平面 2 的创建。

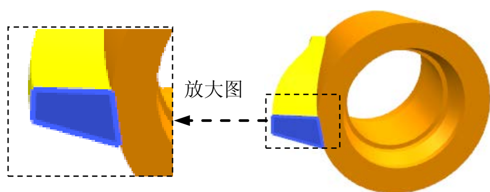


图 5.10.36 有界平面 2

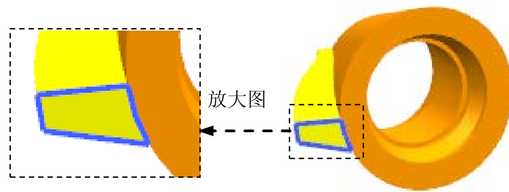


图 5.10.37 定义封闭线串

Step25. 隐藏特征。在设计树中右击 回转 (1)，在弹出的快捷菜单中选择 隐藏(H) 命令，隐藏后效果如图 5.10.38 所示。

Step26. 创建缝合特征。选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 缝合(W)... 命令，选取图 5.10.39 所示的面为目标体，选取其余五个面为工具体。单击 < 确定 > 按钮，完成缝合特征的创建。

Step27. 显示特征。在设计树中右击 回转 (1)，在弹出的快捷菜单中选择 显示(S) 命令。

Step28. 创建图 5.10.40 所示的实例几何特征。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 生成实例几何特征(G)... 命令，选取缝合特征为要实例几何体的特征。在“实例几何体”对话框的 类型 下拉列表中选择 旋转 选项，指定矢量为 Z 轴方向。在 角度 文本框中输入值 36，在 副本数 文本框中输入值 9。单击 < 确定 > 按钮，完成阵列特征 1 的创建。

Step29. 创建求和特征。选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 求和(U)... 命令，选取旋转特征 1 为目标体，选取缝合特征与实例几何体为工具体。单击 < 确定 > 按钮，完成求和特征的创建。

Step30. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

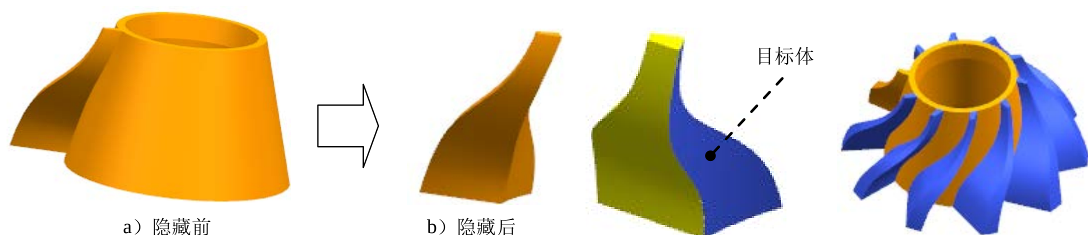


图 5.10.38　隐藏特征　　图 5.10.39　缝合特征　　图 5.10.40　实例几何体

5.11　UG 曲面产品设计实际应用 3

应用概述：

本应用设计的是生活中常用的产品——水嘴手柄。此例的设计思路是先通过绘制产品的外形控制曲线，再通过曲线得到模型的整体曲面特征。在创建曲面时要对可能产生收敛点的曲面有足够的重视，因为很多时候由于收敛点的存在使后续设计无法进行或变得非常复杂，对于收敛点的去除方法本例将有介绍。零件模型及相应的模型树如图 5.11.1 所示。

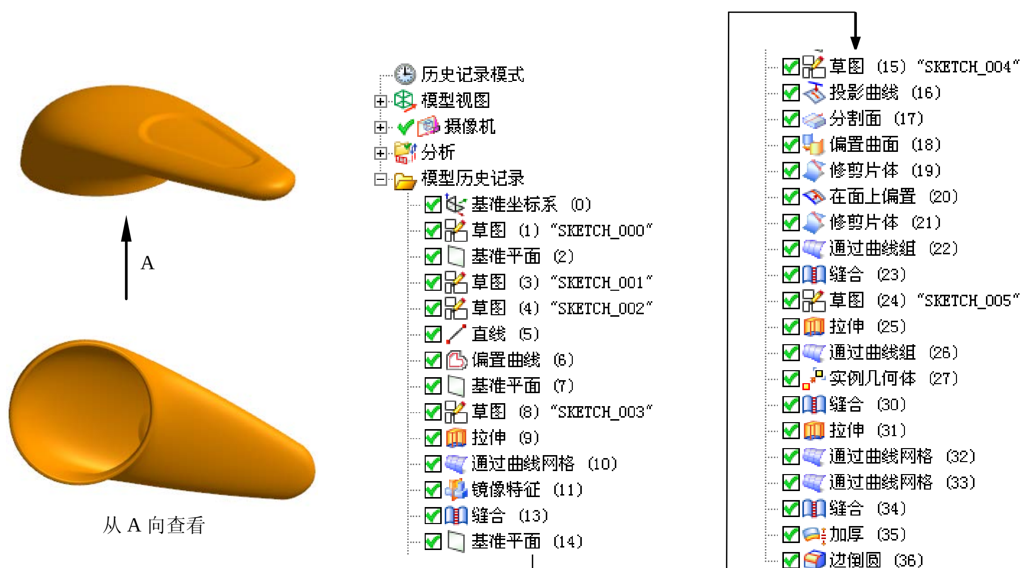


图 5.11.1　零件模型及模型树

Step1. 新建文件。选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令，系统弹出“新建”对话框。在 模型 选项卡的 模板 区域中选取模板类型为 模型；在 名称 文本框中输入文件名称 tap_switch；单击 确定 按钮，进入建模环境。

Step2. 创建图 5.11.2 所示的草图 1。选取 XY 基准平面为草图平面，绘制图 5.11.3 所示的草图 1。

Step3. 创建图 5.11.4 所示的基准平面 1（本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch05.11\reference\文件下的语音视频讲解文件 tap_switch-r01.avi）。

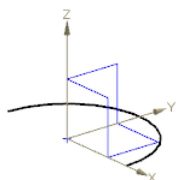


图 5.11.2　草图 1（建模环境）

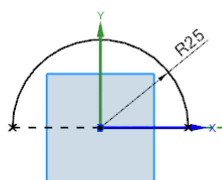


图 5.11.3　草图 1（草图环境）

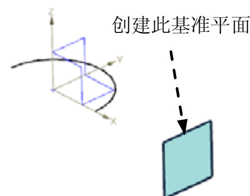


图 5.11.4　基准平面 1

Step4. 创建图 5.11.5 所示的草图 2。选取基准平面 1 为草图平面，绘制图 5.11.6 所示的草图 2（半个椭圆形）。

Step5. 创建图 5.11.7 所示的草图 3。

（1）选取 ZX 基准平面为草图平面；绘制图 5.11.8 所示的草图 3。

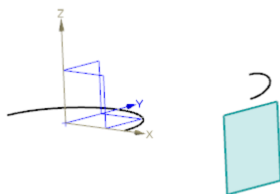


图 5.11.5　草图 2（建模环境）

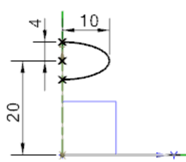


图 5.11.6　草图 2 （草图环境）

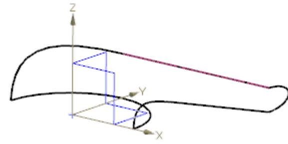


图 5.11.7　草图 3（建模环境）

（2）对草图 3 进行编辑。分别双击图 5.11.8 所示的草图 3 中的两条曲线。选择下拉菜单 分析(L) → 曲线(C) → 显示曲率梳(C) 命令；显示草绘曲线的曲率梳，拖动草绘曲线控制点，使其曲率梳呈现图 5.11.9 所示的光滑的形状；单击 < 确定 > 按钮；选择下拉菜单 分析(L) → 曲线(C) → 显示曲率梳(C) 命令，取消曲率梳的显示。

（3）选择下拉菜单 任务(K) → 完成草图(K) 命令，退出草图环境。

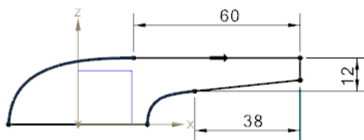


图 5.11.8　草图 3（草图环境）

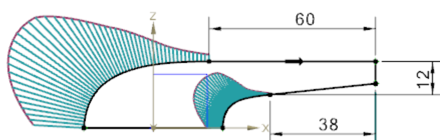


图 5.11.9　草图 3 的曲率梳

Step6. 创建图 5.11.10 所示的直线。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 直线(L)... 命令；选取图 5.11.11 所示的点 1（Step5 中草图 3 的样条曲线和直线的交点）为起点；选取图 5.11.11 所示的点 2（Step5 中草图 3 的样条曲线和直线的交点）为终点。

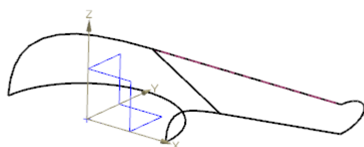


图 5.11.10　直线

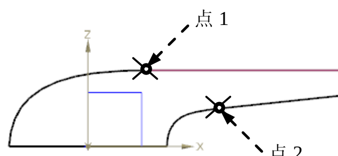


图 5.11.11　选取参考点

Step7. 创建图 5.11.12 所示的偏置曲线特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 来自曲线集的曲线(F) → 偏置(O)... 命令；在类型区域的下拉列表中选择 3D 轴向选项，选取图 5.11.10 所示的直线为偏置曲线参照，在偏置区域的距离文本框中输入值 10，在指定方向的下拉列表中选择 YC 选项为偏置方向，单击 确定 按钮，完成偏置曲线 1 的操作。

Step8. 创建图 5.11.13 所示的基准平面 2。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令，在类型区域的下拉列表中选择 曲线和点选项，并在曲线和点子类型区域的子类型下拉列表中选择点和曲线/轴选项，选取图 5.11.14 所示的直线端点为参考点；选取 Step6 创建的直线特征为参考曲线。

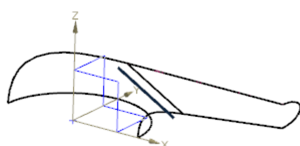


图 5.11.12 偏置曲线特征 1

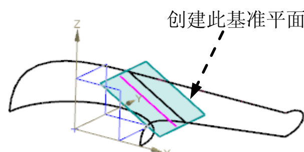


图 5.11.13 基准平面 2

Step9. 创建图 5.11.15 所示的草图 4。选取基准平面 2 为草图平面，绘制图 5.11.16 所示的草图 4（此曲线端点与 Step6 中创建的直线端点重合）。

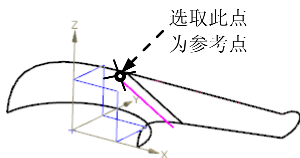


图 5.11.14 选取参考点

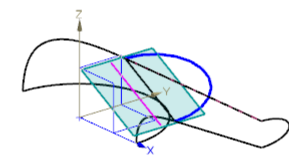


图 5.11.15 草图 4（建模环境）

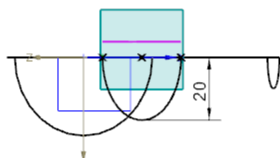


图 5.11.16 草图 4（草图环境）

Step10. 创建图 5.11.17 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取图 5.11.18 所示的两条曲线为拉伸截面。在对话框限制区域的开始下拉列表中选择 值选项，在其下的距离文本框中输入值 0；在限制区域的结束下拉列表中选择 值选项，在其下的距离文本框中输入值 10。

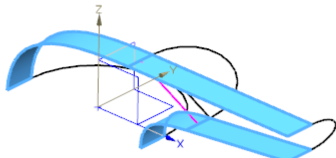


图 5.11.17 拉伸特征 1

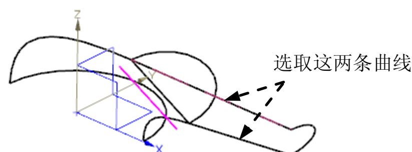


图 5.11.18 拉伸截面曲线

Step11. 创建图 5.11.19 所示的通过曲线网格 1。选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线网格(M)... 命令；依次选取图 5.11.20 所示的曲线 1 和曲线 2 为主曲线，并分别单击中键确认；再次单击中键后依次选取曲线 3、曲线 4 和曲线 5 为交叉曲线，并分别单击中键确认；在“通过曲线网格”对话框连续性区域的第一主线串下拉列表中选取 G1（相切）选

项，并选取图 5.11.20 所示的约束曲面 1 为约束面；在最后主线串下拉列表中选取G1（相切）选项，并选取图 5.11.20 所示的约束曲面 2 为约束面。

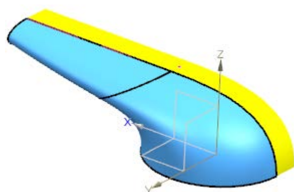


图 5.11.19　曲面特征 1

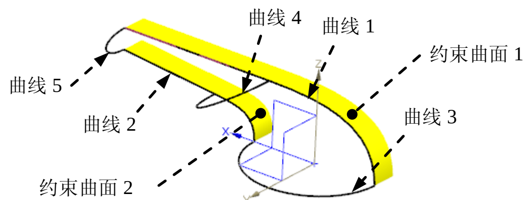


图 5.11.20　定义曲面特征参数

Step12. 创建图 5.11.21 所示的镜像特征 1（隐藏拉伸曲面）。选择下拉菜单插入(S) → 关联复制(A) → 镜像特征(M)...命令；选取曲面特征 1 为镜像特征，选取 ZX 基准平面为镜像平面；单击确定按钮，完成镜像特征 1 的创建。

Step13. 创建图 5.11.22 所示的曲面缝合特征 1。选择下拉菜单插入(S) → 組合(B) → 缝合(W)...命令；选择图 5.11.23 所示的目标体和工具体；单击确定按钮，完成曲面缝合特征 1 的操作。

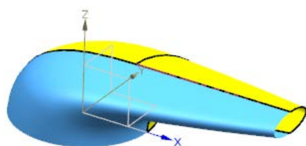


图 5.11.21　镜像特征 1

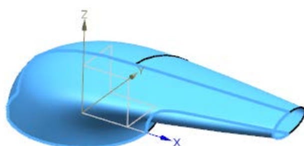


图 5.11.22　曲面缝合特征 1

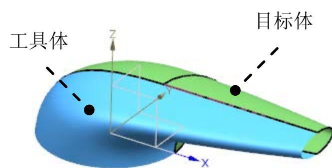


图 5.11.23　选取缝合特征参照

Step14. 后面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch05.11\reference\文件下的语音视频讲解文件 tap_switch-r02.avi。

5.12　UG 曲面产品设计实际应用 4

范例概述：

本应用介绍了肥皂盒的设计过程。通过学习本范例，会使读者对曲面特征有一定的了解。本范例主要采用实体的拉伸特征、曲面修剪、边倒角、抽壳和扫掠等特征。需要注意在创建曲面拉伸和曲面修剪过程中的一些技巧。零件模型及模型树如图 5.12.1 所示。

说明：本应用的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch05.12\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ug10pd\work\ch05.12\fancy_soap_box.prt。

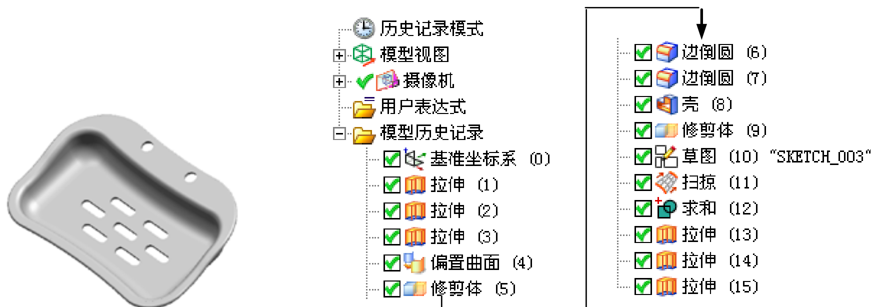


图 5.12.1　零件模型及模型树

5.13　UG 曲面产品设计实际应用 5

应用概述：

本应用介绍了一个订书机盖的设计过程。主要运用了一些常用命令，包括拉伸、扫掠、修剪体和倒圆角等特征，其设计思想是先通过曲面创建出实体的外形，再通过缝合创建出实体，其中修剪体和有界平面的命令使用得很巧妙。零件模型及特征树如图 5.13.1 所示。

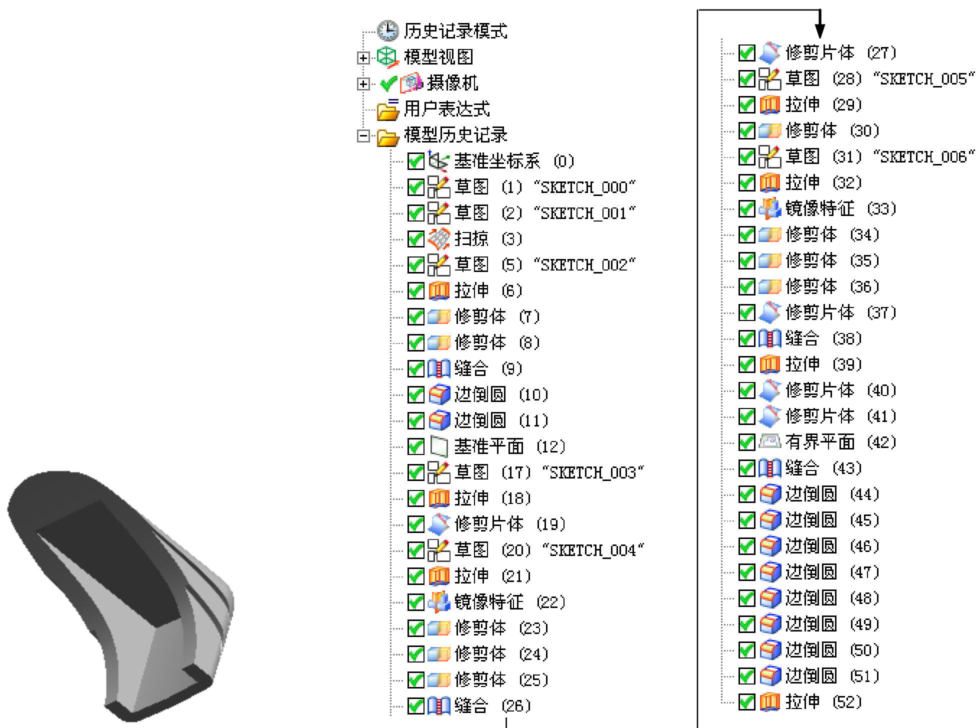


图 5.13.1　模型及特征树

说明：本应用的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch05.13\文件下的语音视频讲解文件。模型文件为 D:\ug10pd\work\ch05.13\STAPLER.prt。

第 6 章 钣金产品的设计

6.1 钣金设计概述

钣金件是利用金属的可塑性，针对金属薄板（一般是指 5mm 以下）通过弯边、冲裁和成形等工艺，制造出单个零件，然后通过焊接、铆接等组装成完整的钣金件。其最显著的特征是同一零件的厚度一致。由于钣金成形具有材料利用率高、重量轻、设计及操作方便等特点，所以钣金件的应用十分普遍，几乎占据了所有行业，如机床、电器、汽车、仪器仪表和航空航天等，日常生活中也十分常见。在市场中钣金零件占全部金属制品的 80％左右，图 6.1.1 所示为常见的几种钣金零件。



图 6.1.1 常见的几种钣金零件

6.2 UG NX 10.0 钣金概述

6.2.1 UG NX 10.0 钣金设计特点

UG NX 10.0 钣金设计为专业设计人员提供了一整套工具，根据材料特性和制造过程方面的知识高效地创建并管理钣金零件。UG NX 10.0 钣金模块包括用于合并材料和过程信息的特征及工具，用于表达钣金制作周期中的各个阶段，如弯曲、翻边、切口及其他可成形特征。使用 UG NX 10.0 钣金设计模块，用户在钣金零件的创建过程中可以根据所在行业应

用默认值和标准值。比如，在制造质量要求已知的情况下，可以在一定范围内确定给定材料厚度的弯曲半径值。

钣金部件的折叠视图和展开视图既可以用于三维环境，又可以用于下游的二维文件和制造。与其他 CAD 软件包里面的钣金应用程序不同的是，在一个单一零件的情况下，UG NX 10.0 可以让其他参数化建模操作与钣金特征之间实现相互操作。

6.2.2 UG NX 10.0 钣金设计基础过程

（1）新建一个模型文件，进入钣金模块。

（2）以钣金件所支持或保护的内部零部件大小和形状为基础，创建基础钣金特征。例如，设计机床床身护罩时，先要按床身的形状和尺寸创建基础钣金。

（3）添加弯边钣金。在基础钣金创建之后，往往需要在其基础上添加另外的钣金，即弯边钣金。

（4）在钣金模型中，还可以随时添加一些实体特征，如实体切削特征、孔特征、圆角特征和倒角特征等。

（5）创建钣金孔等特征，为钣金的折弯作准备。

（6）进行钣金的折弯。

（7）进行钣金的展开。

6.3 NX 钣金模块导入

本节主要讲解了 NX 钣金模块的工作界面、配置文件、菜单和工具条以及钣金首选项的设置。通过本节的学习，可以对 NX 钣金模块有一个初步的了解。

6.3.1 NX 钣金模块的工作界面

在学习本小节时，请先打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.03\PRINTER_SHEET.prt。

UG NX 10.0 钣金设计模块工作界面包括标题栏、下拉菜单区、部件导航器区、顶部工具条按钮区、消息区、图形区及资源工具条区，如图 6.3.1 所示。

1．工具条按钮区

工具条按钮区中的命令按钮为快速选择命令及设置工作环境提供了极大的方便，用户可以根据具体情况定制工具条。

注意：用户会看到有些菜单命令和按钮处于非激活状态（呈灰色，即暗色），这是因为

它们目前还没有处在发挥功能的环境中，一旦它们进入有关的环境，便会自动激活。

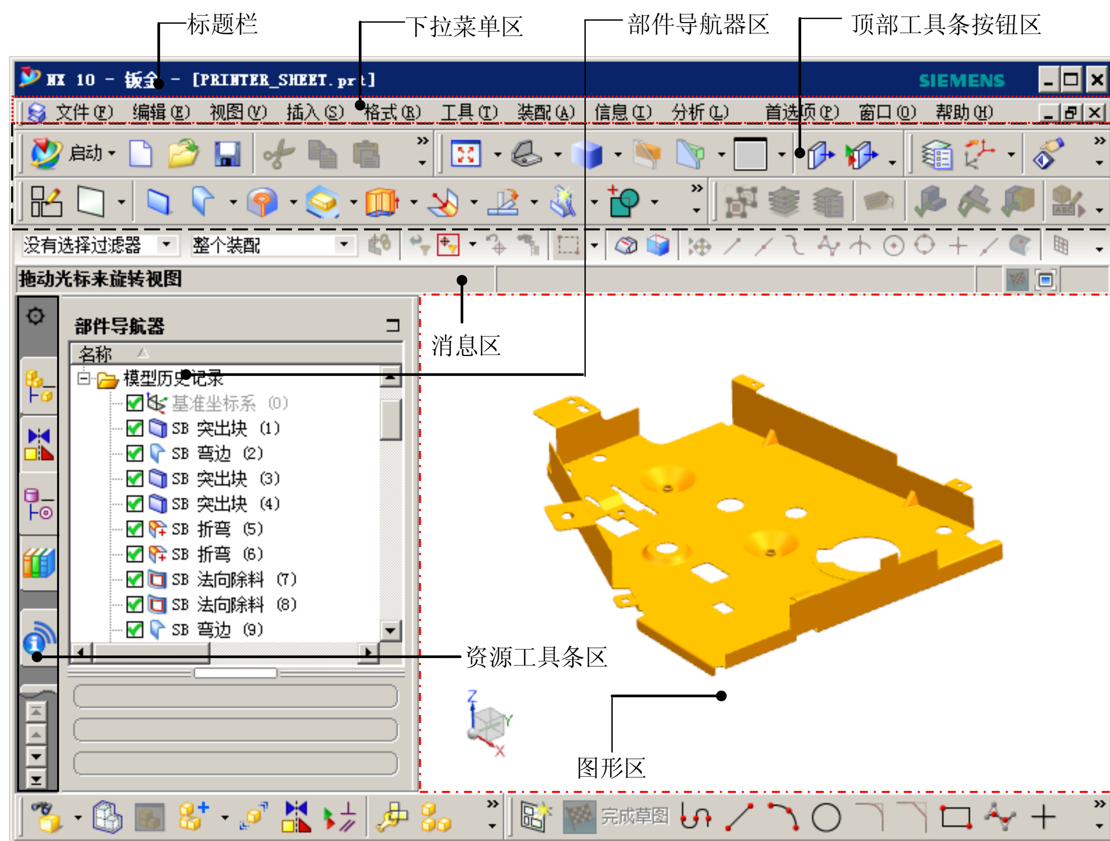


图 6.3.1　UG NX 10.0 钣金模块工作界面

2．下拉菜单区

下拉菜单区中包含新建、保存、插入和设置 UG NX 10.0 环境的一些命令等。

3．资源工具条区

资源工具条区包括“装配导航器”“部件导航器”“Internet Explorer”“历史记录”“系统材料”等导航工具。用户通过资源工具条区可以方便、快捷地进行一些查找、选取命令等操作。对于每一种导航器，都可以直接在其相应的项目上右击，快速地进行各种操作。

资源工具条区主要选项的功能说明如下。

- “装配导航器”显示装配的层次关系。
- “部件导航器”显示建模的先后顺序和父子关系。父对象（活动零件或组件）显示在模型树的顶部，其子对象（零件或特征）位于父对象之下。在“部件导航器”空白处右击，从弹出的快捷菜单中选择 时间戳记顺序 命令，则按“模型历史”显示。“模型历史记录”中列出了活动文件中的所有零件及特征，并按建模的先后顺序显示模型结构。若打开多个 UG NX 10.0 模型，则“部件导航器”只反映当前活

动模型的内容。

- “Internet Explorer”是 Internet 浏览器。可以通过网络来查阅一些资料。
- “历史记录”中可以显示曾经打开过的部件。
- “系统材料”中可以设定模型的材料。

4. 消息区

执行有关操作时，与该操作有关的系统提示信息会显示在消息区。消息区中间有一个可见的边线，左侧是提示栏，用来提示用户如何操作；右侧是状态栏，用来显示系统或图形当前的状态，如显示选取结果信息等。执行每个操作时，系统都会在提示栏中显示用户必须执行的操作，或者提示下一步操作。对于大多数的命令，用户都可以参考提示栏的提示来完成操作。

5. 图形区

图形区是 UG NX 10.0 用户主要的工作区域，建模的主要过程及绘制前后的零件图形、分析结果和模拟仿真过程等都在这个区域内显示。用户在进行操作时，可以直接在图形区中选取相关对象进行操作。

6.3.2 NX 钣金模块的菜单及工具栏

打开 UG NX 10.0 软件后，首先选择 文件(F) → 新建(N)... 命令，然后在系统弹出的“新建”对话框中选择 NX 钣金 模板，进入 NX 钣金模块。选择下拉菜单 插入(S)，弹出 NX 钣金模块中的所有钣金命令（图 6.3.2）。

在工具条按钮区中单击鼠标右键，在系统弹出的快捷菜单中确认 NX 钣金 工具条被激活（NX 钣金 前有 ✔ 激活状态），屏幕中出现图 6.3.3 所示的“NX 钣金”工具条。

6.3.3 NX 钣金模块的首选项设置

为了提高钣金件的设计效率以及使钣金件在设计完成后能顺利地加工及精确地展开，UG NX 10.0 提供了一些对钣金零件属性的设置及其平面展开图处理的相关设置。通过对首选项的设置极大地提高了钣金零件的设计速度。这些参数设置包括材料厚度、折弯半径、止裂口深度、止裂口宽度和折弯许用半径公式的设置，下面详细讲解这些参数的作用。

进入 NX 钣金模块后，选择下拉菜单 首选项(P) → 钣金(H)... 命令，系统弹出“钣金首选项”对话框（一），如图 6.3.4 所示。

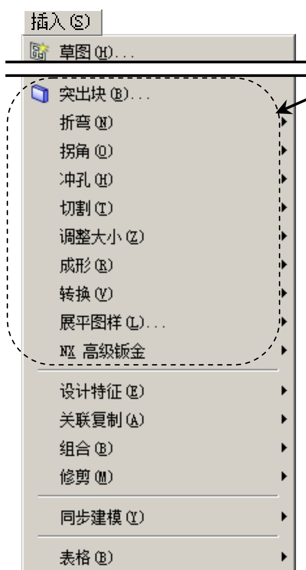


图 6.3.2 “插入”下拉菜单

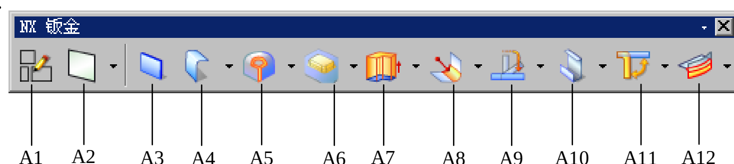


图 6.3.3 “NX 钣金”工具条

A1：草图	A2：基准平面
A3：突出块	A4：弯边
A5：封闭拐角	A6：凹坑
A7：拉伸	A8：调整折弯半径大小
A9：伸直	A10：转换为钣金向导
A11：展平实体	A12：高级弯边

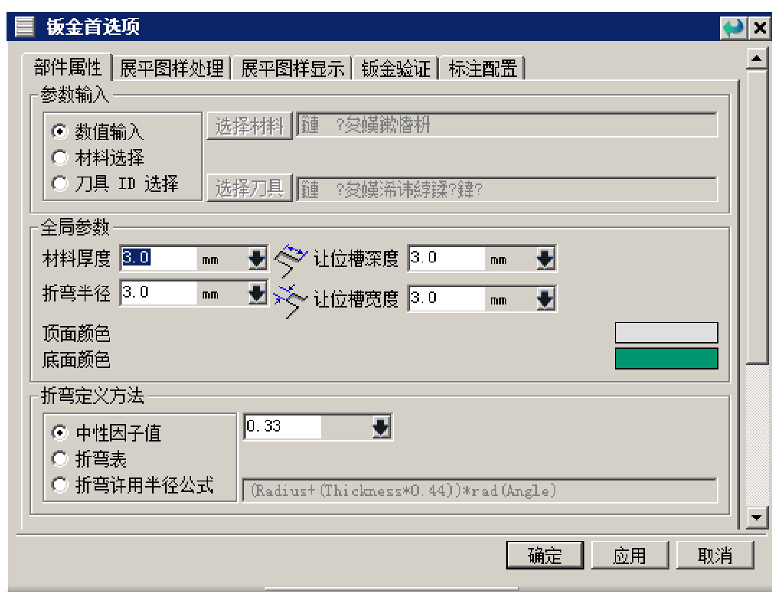


图 6.3.4 “钣金首选项”对话框（一）

图 6.3.4 所示的“钣金首选项”对话框（一）中部件属性选项卡各选项的说明如下。

- 参数输入区域：该区域包含 ⊙ 数值输入、⊙ 材料选择和 ⊙ 刀具 ID 选择单选项，可用于确定钣金折弯的定义方式。
  - ☑ ⊙ 数值输入单选项：当选中该单选项时，可直接以数值的方式在折弯定义方法区域中输入钣金折弯参数。
  - ☑ ⊙ 材料选择单选项：选中该单选项时，可单击右侧的选择材料按钮，系统弹出“选择材料”对话框，可在该对话框中选择一种材料来定义钣金折弯参数。

☑ ⊙ 刀具 ID 选择单选项：选中该单选项时，可单击右侧的选择刀具按钮，系统弹出“钣金工具标准”对话框，可在该对话框中选择钣金标准工具，以定义钣金的折弯参数。

● 在全局参数区域中可以设置以下四个参数。

☑ 材料厚度文本框：在该文本框中可以输入数值，以定义钣金零件的全局厚度。

☑ 折弯半径文本框：在该文本框中可以输入数值，以定义钣金件折弯时的默认的折弯半径值。

☑ 让位槽深度文本框：在该文本框中可以输入数值，以定义钣金件默认的让位槽的深度值。

☑ 让位槽宽度文本框：在该文本框中可以输入数值，以定义钣金件默认的让位槽的宽度值。

☑ 顶面颜色选择区域：单击其后的颜色选择区域，系统弹出“颜色”对话框，可在该对话框中选择一种颜色来定义钣金件顶面的颜色。

☑ 底面颜色选择区域：单击其后的颜色选择区域，系统弹出“颜色”对话框，可在该对话框中选择一种颜色来定义钣金件底面的颜色。

● 折弯定义方法区域：该区域用于定义折弯定义方法，包含⊙ 中性因子值、⊙ 折弯表和⊙ 折弯许用半径公式单选项。

☑ ⊙ 中性因子值单选项：选中该单选项时，采用中性因子定义折弯方法，且其后的文本框可用，可在该文本框中输入数值以定义折弯的中性因子。

☑ ⊙ 折弯表单选项：选中该单选项，可在创建钣金折弯时使用折弯表来定义折弯参数。

☑ ⊙ 折弯许用半径公式单选项：当选中该单选项时，使用半径公式来确定折弯参数。

在“钣金首选项”对话框（一）中单击展平图样处理选项卡，“钣金首选项”对话框（二）如图 6.3.5 所示。

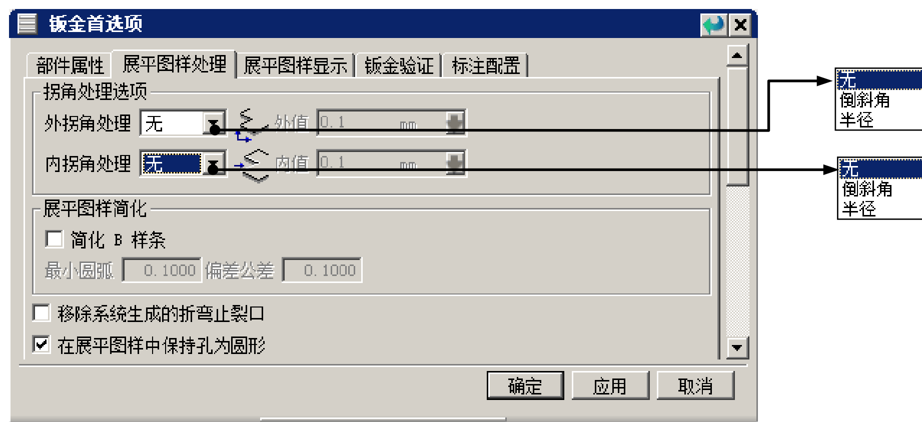


图 6.3.5　“钣金首选项”对话框（二）

图 6.3.5 所示的“钣金首选项”对话框（二）中展平图样处理选项卡中各选项的说明如下。

- 在拐角处理选项区域中可以设置在展开钣金后内、外拐角的处理方式。外拐角是去除材料，内拐角是创建材料。
- 外拐角处理下拉列表：该下拉列表中有无、倒斜角和半径三个选项，用于设置钣金展开后内拐角的处理方式。
  - ☑ 无选项：选择该选项时，不对内、外拐角做任何处理。
  - ☑ 倒斜角选项：选择该选项时，对内、外拐角创建一个倒角，倒角的大小在其后的文本框中进行设置。
  - ☑ 半径选项：选择该选项时，对内、外拐角创建一个圆角，圆角的大小在后面的文本框中进行设置。
- 内拐角处理下拉列表：该下拉列表中有无、倒斜角和半径三个选项，用于设置钣金展开后内拐角的处理方式。
- 展平图样简化区域：该区域用于在对圆柱表面或折弯处有裁剪特征的钣金零件进行展开时，设置是否生成 B 样条，当选中☑ 简化 B 样条复选框后，可通过最小圆弧及偏差公差两个文本框对简化 B 样条的最大圆弧和偏差公差进行设置。
- ☑ 移除系统生成的折弯止裂口复选框：选中该复选框后，钣金零件展开时将自动移除系统生成的缺口。
- ☑ 在展平图样中保持孔为圆形复选框：选中该复选框时，在平面展开图中保持折弯曲面上的孔为圆形。

在“钣金首选项”对话框（一）中单击展平图样显示选项卡，“钣金首选项”对话框（三）如图 6.3.6 所示，可设置展平图样的各曲线的颜色以及默认选项的新标注属性。

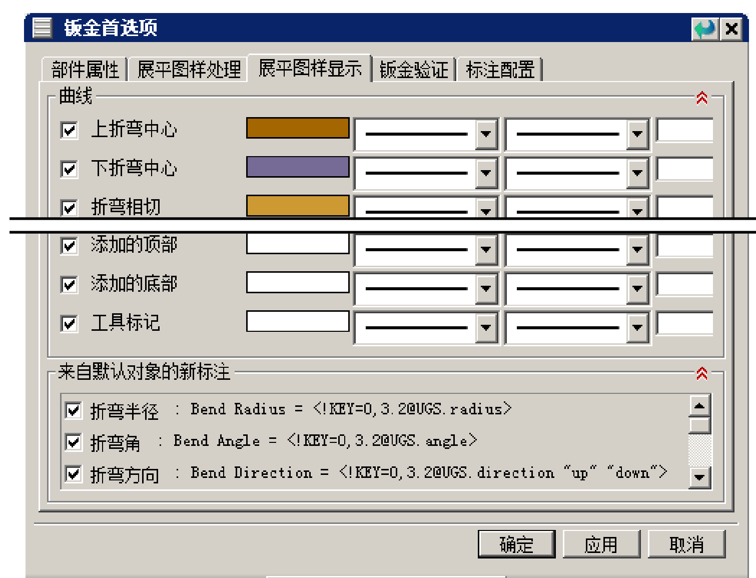


图 6.3.6 “钣金首选项”对话框（三）

在“钣金首选项”对话框（一）中单击钣金验证选项卡，此时“钣金首选项”对话框（四）如图 6.3.7 所示。在该选项卡中可设置钣金件验证的参数。

在“钣金首选项”对话框（一）中单击标注配置选项卡，此时“钣金首选项”对话框（五）如图 6.3.8 所示。在该选项卡中显示钣金中标注的一些类型。

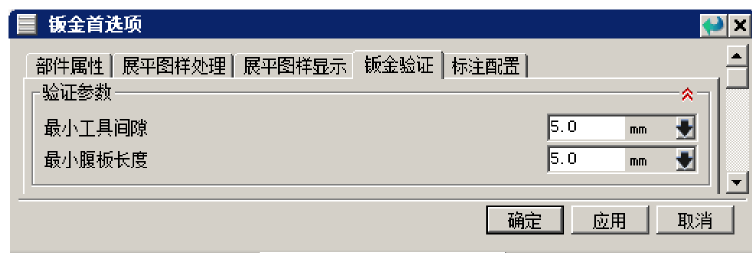


图 6.3.7　“钣金首选项”对话框（四）

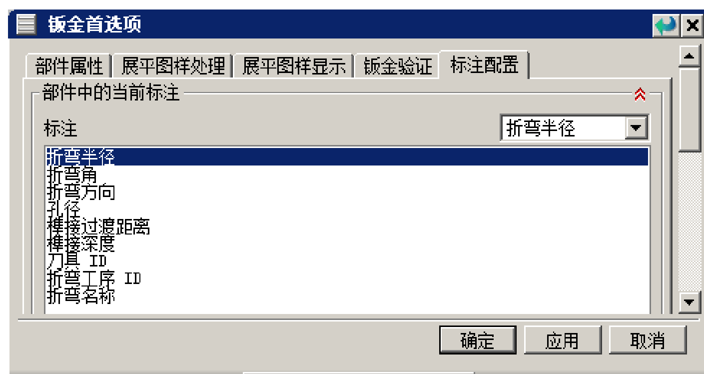


图 6.3.8　“钣金首选项”对话框（五）

6.4　基础钣金特征

6.4.1　突出块

使用“突出块”命令可以创建出一个平整的薄板（图 6.4.1），它是一个钣金零件的“基础”，其他的钣金特征（如冲孔、成形、折弯等）都要在这个“基础”上构建，因此这个平整的薄板就是钣金件最重要的部分。



图 6.4.1　突出块钣金壁

1．创建“突出块”的两种类型

选择下拉菜单 插入(S) ➡ 突出块(B)... 命令后，系统弹出图 6.4.2a 所示的“突出块”

对话框（一），创建完成后再次选择下拉菜单 插入(S) → 突出块(B)... 命令时，系统弹出图 6.4.2b 所示的“突出块”对话框（二）。



a）“突出块”对话框（一）　　b）“突出块”对话框（二）

图 6.4.2　“突出块”对话框

图 6.4.2 所示的“突出块”对话框的选项的说明如下。

- 类型 区域：该区域的下拉列表中有 基本 和 次要 选项，用以定义钣金的厚度。
  - ☑ 基本 选项：选择该选项时，用于创建基础突出块钣金壁。
  - ☑ 次要 选项：选择该选项时，在已有的钣金壁的表面创建突出块钣金壁，其壁厚与基础钣金壁相同。注意只有在部件中已存在基础钣金壁特征时，此选项才会出现。
- 截面 区域：该区域用于定义突出块的截面曲线，截面曲线必须是封闭的曲线。
- 厚度 区域：该区域用于定义突出块的厚度及厚度方向。
  - ☑ 厚度 文本框：可在该区域中输入数值以定义突出块的厚度。
  - ☑ 反向 按钮：单击按钮，可使钣金材料的厚度方向发生反转。

2. 创建突出块的一般过程

基础突出块是创建一个平整的钣金基础特征，在创建钣金零件时，需要先绘制钣金壁的正面轮廓草图（必须为封闭的线条），然后给定钣金厚度值即可。次要突出块是在已有的钣金壁上创建平整的钣金薄壁材料，其壁厚无需用户定义，系统自动设定为与已存在钣金壁的厚度相同。

Task1. 创建基础突出块

下面以图 6.4.3 所示的模型为例，来说明创建基础突出块钣金壁的一般操作过程。

Step1. 新建文件。

（1）选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令，系统弹出“新建”对话框。

（2）在 模型 选项卡 模板 区域的下拉列表中选择 NX 钣金 模板；在 新文件名 对话框的 名称 文本框中输入文件名称 FLAT；单击 文件夹 文本框后面的按钮，选择文件保存路径 D:\ug10pd\work\ch06.04.01。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 突出块(B)... 命令，系统弹出“突出块”对话框。

Step3. 定义截面。单击按钮，选取 XY 平面为草图平面，单击 确定 按钮，绘制图 6.4.4 所示的截面草图，选择下拉菜单 任务(K) → 完成草图(K) 命令，退出草图环境。

Step4. 定义厚度。厚度方向采用系统默认的矢量方向，在文本框中输入厚度值 1.0。

说明：厚度方向可以通过单击“突出块”对话框中的按钮来调整。

Step5. 在“突出块”对话框中单击 <确定> 按钮，完成特征的创建。

Step6. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。



图 6.4.3 创建基础突出块钣金壁

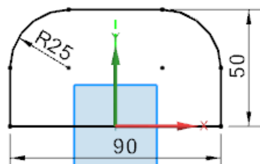


图 6.4.4 截面草图

Task2. 创建次要突出块

下面继续以 Task1 的模型为例，来说明创建次要突出块的一般操作过程。

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 突出块(B)... 命令，系统弹出“突出块”对话框。

Step2. 定义类型。在“突出块”对话框 类型 区域的下拉列表中选择 次要 选项。

Step3. 定义截面。单击按钮，选取图 6.4.5 所示的模型表面为草图平面，单击 确定 按钮，绘制图 6.4.6 所示的截面草图。

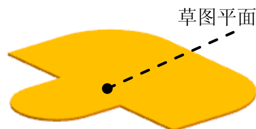


图 6.4.5 创建次要突出块

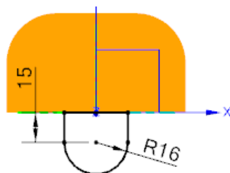


图 6.4.6 截面草图

Step4. 在“突出块”对话框中单击 <确定> 按钮，完成特征的创建。

Step5. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

6.4.2　弯边

钣金弯边是在已存在的钣金壁的边缘上创建出简单的折弯，其厚度与原有钣金厚度相同。在创建弯边特征时，需先在已存在的钣金中选取某一条边线作为弯边钣金壁的附着边，其次需要定义弯边特征的截面、宽度、弯边属性、偏置、折弯参数和让位槽。

1．弯边特征的一般操作过程

下面以图 6.4.7 所示的模型为例，说明创建弯边钣金壁的一般操作过程。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.04.02\BEND_01.prt。

Step2．选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出图 6.4.8 所示的“弯边”对话框。

Step3．选取线性边。选取图 6.4.9 所示的模型边线为折弯的附着边。

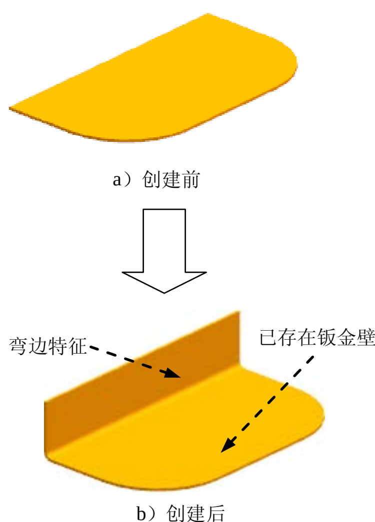
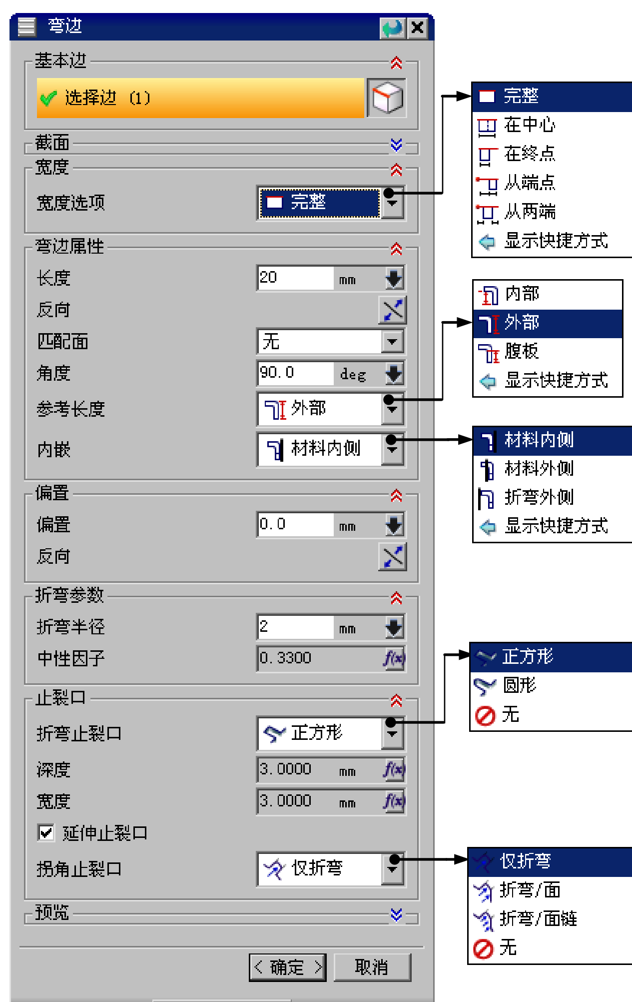


图 6.4.7　创建弯边特征



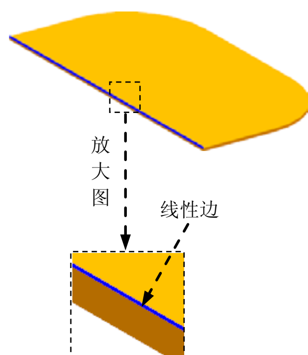


图 6.4.9　定义线性边

图 6.4.8　“弯边”对话框

Step4. 定义宽度。在宽度区域的宽度选项下拉列表中选择完整选项。

Step5. 定义弯边属性。在弯边属性区域中的长度文本框中输入数值 20；在角度文本框中输入数值 90.0；在参考长度下拉列表中选择外部选项；在内嵌下拉列表中选择材料内侧选项。

Step6. 定义弯边参数。在偏置区域的偏置文本框中输入数值 0；单击折弯半径文本框右侧的按钮，在弹出的菜单中选择使用本地值选项，然后再在折弯半径文本框中输入数值 2。

Step7. 在“弯边”对话框中单击< 确定 >按钮，完成特征的创建。

图 6.4.8 所示的“弯边”对话框中各选项的说明如下。

- 基本边区域：该区域用于选取一个或多个边线作为钣金弯边的附着边，当* 选择边 (0)区域没有被激活时，可单击该区域后的按钮将其激活。
- 截面区域：该区域用于定义钣金弯边的轮廓形状。当定义完其他参数后可单击编辑草图后的按钮进入草图环境，定义弯边的轮廓形状。
- 宽度选项下拉列表：该下拉列表用于定义钣金弯边的宽度定义方式。
  - ☑ 完整选项：当选择该选项时，在基础特征的整个线性边上都应用弯边。
  - ☑ 在中心选项：当选择该选项时，在线性边的中心位置放置弯边，然后对称地向两边拉伸一定的距离，如图 6.4.10a 所示。
  - ☑ 在终点选项：当选择该选项时，将弯边特征放置在选定的直边的端点位置，然后以此端点为起点拉伸弯边的宽度，如图 6.4.10b 所示。
  - ☑ 从两端选项：当选择该选项时，在线性边的中心位置放置弯边，然后利用距离 1 和距离 2 来设置弯边的宽度，如图 6.4.10c 所示。
  - ☑ 从端点选项：当选择该选项时，在所选折弯边的端点定义距离来放置弯边，如图 6.4.10d 所示。

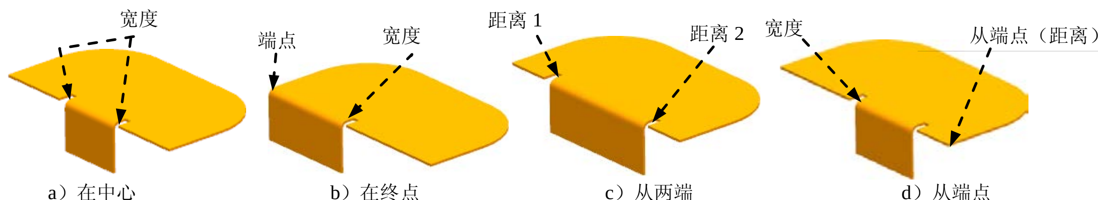


图 6.4.10　设置宽度选项

- 弯边属性区域中包括长度文本框、按钮、角度文本框、参考长度下拉列表和内嵌下拉列表。
  - ☑ 长度：文本框中输入的值是指定弯边的长度，如图 6.4.11 所示。
  - ☑ ：单击“反向”按钮可以改变弯边长度的方向，如图 6.4.12 所示。
  - ☑ 角度：文本框输入的值是指定弯边的折弯角度，该值是与原钣金所成角度的

补角，如图 6.4.13 所示。

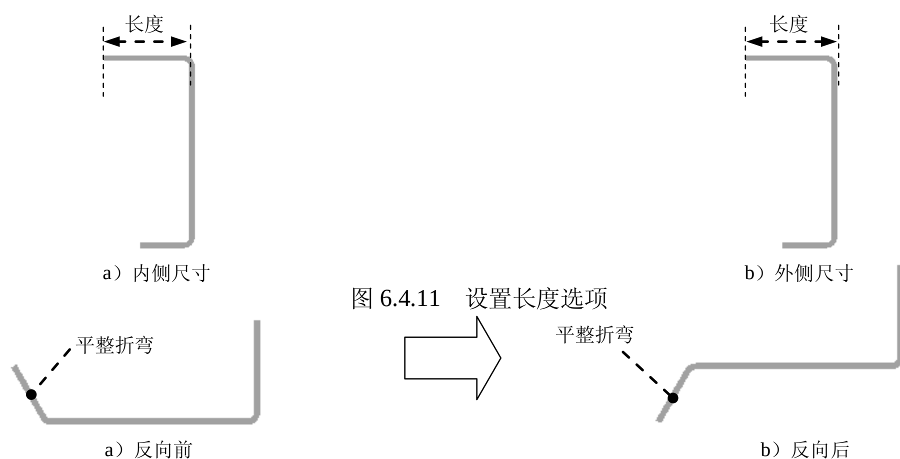


图 6.4.11　设置长度选项

图 6.4.12　设置折弯长度的方向

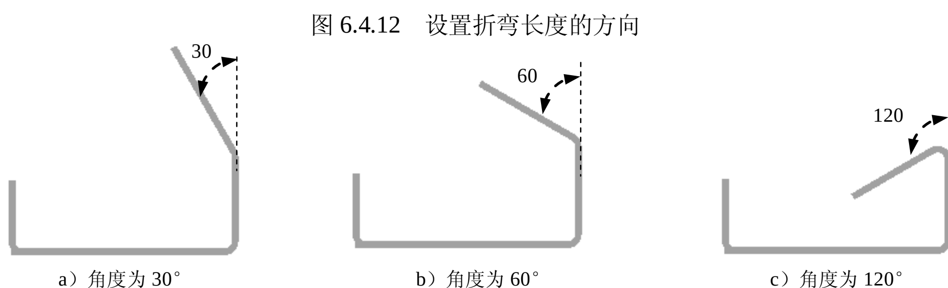


图 6.4.13　设置折弯角度值

- ☑ 参考长度：下拉列表中包括 内部、 外部和 腹板选项。 内部：选取该选项，输入的弯边长度值是从弯边的内部开始计算长度。 外部：选取该选项，输入的弯边长度值是从弯边的外部开始计算长度。 腹板：选取该选项，输入的弯边长度值是从弯边圆角后开始计算长度。
- ☑ 内嵌：下拉列表包括 材料内侧、 材料外侧和 折弯外侧选项。 材料内侧：选取该选项，弯边的外侧面与附着边平齐。 材料外侧：选取该选项，弯边的内侧面与附着边平齐。 折弯外侧：选取该选项，折弯特征直接创建基础特征，而不改变基础特征尺寸。

● 偏置区域包括偏置文本框和按钮。

- ☑ 偏置：该文本框中输入值是指定弯边以附着边为基准向一侧偏置一定值，如图 6.4.14 所示。
- ☑ ：单击该按钮可以改变“偏置”的方向。

● 折弯参数区域包括折弯半径文本框和中性因子文本框。

- ☑ 折弯半径：该文本框中输入的值指定折弯半径。
- ☑ 中性因子：该文本框中输入的值指定中性因子。

- 止裂口区域包括折弯止裂口下拉列表、深度文本框、宽度文本框、☑ 延伸止裂口复选框和拐角止裂口下拉列表。
  - ☑ 折弯止裂口：下拉列表包括正方形、圆形和无三个选项。正方形：选取该选项，在附加钣金壁的连接处，将主壁材料切割成矩形缺口来构建止裂口。圆形：选取该选项，在附加钣金壁的连接处，将主壁材料切割成圆形缺口来构建止裂口。无：选取该选项，在附加钣金壁的连接处，通过垂直切割主壁材料至折弯线处。
  - ☑ ☑ 延伸止裂口：该复选框定义是否延伸折弯缺口到零件的边。
  - ☑ 拐角止裂口：用于设置是否在特征相邻的表面创建拐角止裂口。该下拉列表包括仅折弯、折弯/面、折弯/面链和无选项。仅折弯：仅在相邻特征的折弯部分创建拐角止裂口，折弯/面：仅在相邻的折弯部分和面（平板）部分都创建拐角止裂口。折弯/面链：在整个折弯部分及与其相邻的面链上都创建拐角止裂口。无：不创建止裂口。选择此选项后将会产生一个小缝隙，但是在展平钣金件时这个缝隙会被移除。

2．创建止裂口

当弯边部分地与附着边相连时，并且折弯角度不为 0 时，在连接处的两端创建止裂口。在 NX 钣金模块中提供的止裂口分为两种：正方形止裂口和圆弧形止裂口。

方式一：正方形止裂口

在附加钣金壁的连接处，将材料切割成正方形缺口来构建止裂口，如图 6.4.15 所示。

方式二：圆弧形止裂口

在附加钣金壁的连接处，将主壁材料切割成长圆弧形缺口来构建止裂口，如图 6.4.16 所示。



图 6.4.14　设置偏置值

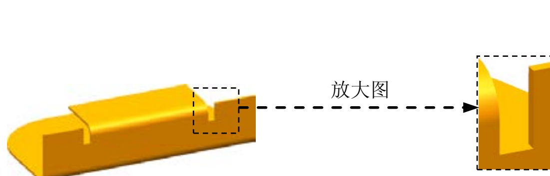


图 6.4.15　正方形止裂口

方式三：无止裂口

在附加钣金壁的连接处，通过垂直切割主壁材料至折弯线处，如图 6.4.17 所示。

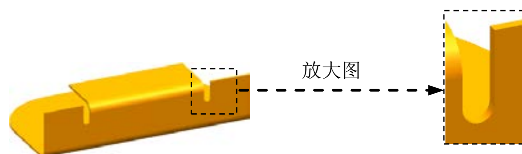


图 6.4.16　圆弧形止裂口

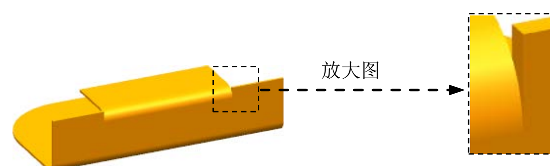


图 6.4.17　无止裂口

下面以图 6.4.18 所示的模型为例，介绍创建止裂口的一般过程。

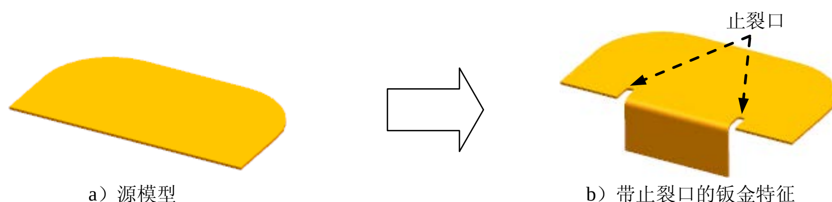


图 6.4.18 止裂口

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.04.02\BEND_02.prt。

Step2．选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令，系统弹出“弯边”对话框。

Step3．选取线性边。选取图 6.4.19 所示的模型边线为折弯的附着边。

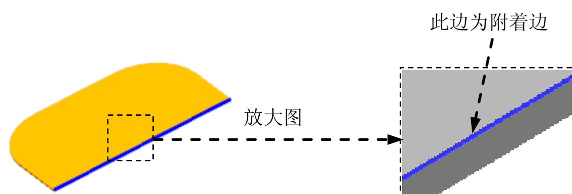


图 6.4.19 定义线性边

Step4．定义宽度。在 宽度 区域的 宽度选项 下拉列表中选择 在中心 选项。宽度 文本框被激活，在 宽度 文本框中输入宽度值 40。

Step5．定义弯边属性。在 弯边属性 区域中的 长度 文本框中输入数值 20；在 角度 文本框中输入数值 90；在 参考长度 下拉列表中选择 外部 选项；在 内嵌 下拉列表中选择 材料内侧 选项。

Step6．定义弯边参数。在 偏置 区域的 偏置 文本框中输入数值 0；单击 折弯半径 文本框右侧的按钮，在弹出的菜单中选择 使用本地值 选项，然后再在 折弯半径 文本框中输入数值 2；在 止裂口 区域的 折弯止裂口 下拉列表中选择 正方形；在 拐角止裂口 下拉列表中选择 仅折弯。

Step7．在“弯边”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。

Step8．保存零件模型。

3．编辑弯边特征的轮廓

当用户在创建“弯边”特征时，“弯边”对话框中的“草绘”按钮为灰色，说明此时不能对其轮廓进行编辑。只有在选取附着边后或重新编辑已创建的“弯边”特征时，“草绘”按钮才能变亮，此时单击该按钮，用户可以重新定义弯边的正面形状。在绘制弯边正面形状截面草图时，系统会默认附着边的两个端点为截面草图的参照，用户还可选取任意线性边为截面草图的参照，草图的起点与终点都需位于附着边上（即与附着边对齐），截面草

图应为开放形式（即不需在附着边上创建线条以封闭草图）。

下面以图 6.4.20 为例，说明编辑弯边钣金壁的轮廓的一般过程。

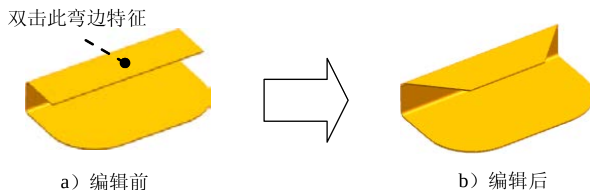


图 6.4.20　编辑弯边钣金壁的轮廓

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.04.02\EDIT_BEND.prt。

Step2. 双击图 6.4.20a 所示的弯边特征，在系统弹出的“弯边”对话框中单击按钮，修改弯边截面草图，如图 6.4.21 所示；单击完成草图按钮，退出草图环境。

Step3. 在“弯边”对话框中单击< 确定 >按钮，完成图 6.4.20b 所示的特征创建。

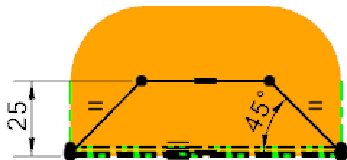


图 6.4.21　编辑截面草图

6.4.3　轮廓弯边

NX 钣金模块中的轮廓弯边特征是以扫掠的方式创建钣金壁。在创建轮廓弯边特征时需要先绘制钣金壁的侧面轮廓草图，然后给定钣金的宽度值（即扫掠轨迹的长度值），则系统将轮廓草图沿指定方向延伸至指定的深度，形成钣金壁。值得注意的是，轮廓弯边所使用的草图必须是不封闭的。

基本轮廓弯边是创建一个轮廓弯边的钣金基础特征，在创建该钣金特征时，需要先绘制钣金壁的侧面轮廓草图（必须为开放的线条），然后给定钣金厚度值。下面说明创建基本轮廓弯边的一般操作过程。

Step1. 新建文件。

（1）选择下拉菜单文件(F) ➡ 新建(N)...命令，系统弹出“新建”对话框。

（2）在模型选项卡模板区域下的列表中选择NX 钣金模板；在新文件名对话框的名称文本框中输入文件名称 SCHEMA；单击文件夹文本框后面的按钮，选择文件保存路径 D:\ug10pd\work\ch06.04.03。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) ➡ 折弯(N) ➡ 轮廓弯边(C)...命令，系统弹出图 6.4.22 所示的“轮廓弯边”对话框。

Step3. 定义轮廓弯边截面。单击按钮，选取 YZ 平面为草图平面，选中设置区域的

☑ 创建中间基准 CSYS复选框，单击 确定 按钮，绘制图 6.4.23 所示的截面草图；单击 完成草图 按钮，退出草图环境。



图 6.4.22 “轮廓弯边”对话框

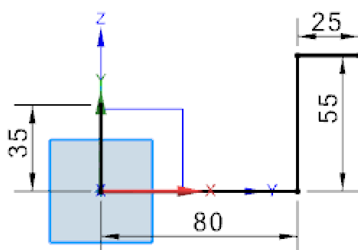


图 6.4.23 创建基础轮廓弯边

说明：在绘制轮廓弯边的截面草图时，如果没有将折弯位置绘制为圆弧，系统将在折弯位置自动创建圆弧以作为折弯的半径。

Step4. 定义厚度。厚度方向采用系统默认的矢量方向，单击 厚度 文本框右侧的 按钮，在弹出的菜单中选择 使用本地值 选项，然后在 厚度 文本框中输入数值 3.0。

说明：轮廓弯边的厚度方向可以通过单击 厚度 文本框后面的 按钮来调整。

Step5. 定义宽度类型。在 宽度选项 下拉列表中选择 有限 选项；在 宽度 文本框中输入值 50。

Step6. 在“轮廓弯边”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成图 6.4.24 所示的特征的创建。

图 6.4.22 所示的“轮廓弯边”对话框中部分说明如下。

- 宽度选项：该下拉列表包括 有限 和 对称 等四种选项。
  - ☑ 有限：选取该选项，可以创建“定值”深度类型的特征，此时特征将从草图平面开始，按照所输入的数值（即拉伸深度值）向特征创建的方向一侧进行拉伸以创建轮廓弯边。

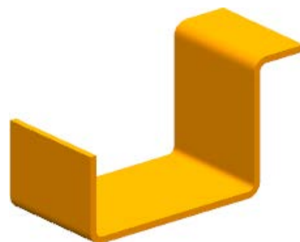


图 6.4.24 特征的创建

  - ☑ 对称：选取该选项，可以创建“对称”深度类型的特征，此时特征将在草

图平面两侧进行拉伸以创建轮廓弯边，输入的深度值被草图平面平均分割，草图平面两边的深度值相等。

6.4.4　法向除料

法向除料是沿着钣金件表面的法向，以一组连续的曲线作为裁剪的轮廓线进行裁剪。法向除料与实体拉伸切除都是在钣金件上切除材料。当草图平面与钣金面平行时，二者没有区别；当草图平面与钣金面不平行时，二者有很大的不同。法向除料的孔是垂直于该模型的侧面去除材料，形成垂直孔，如图 6.4.25a 所示；实体拉伸切除的孔是垂直于草图平面去除材料，形成斜孔，如图 6.4.25b 所示。

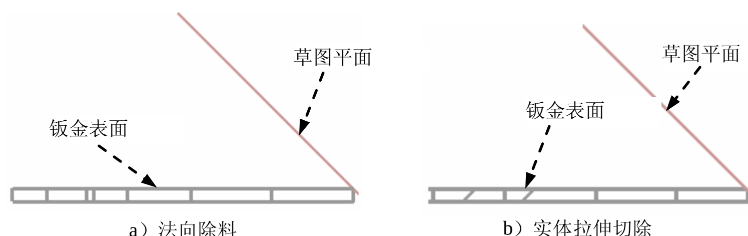


图 6.4.25　法向除料与实体拉伸切除的区别

1．用封闭的轮廓线创建法向除料

下面以图 6.4.26 所示的模型为例，说明用封闭的轮廓线创建法向除料的一般创建过程。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.04.05\REMOVE_01.prt。

Step2．选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 切割(T) ➡ 法向除料(N)... 命令，系统弹出图 6.4.27 所示的“法向除料”对话框。



图 6.4.26　法向除料

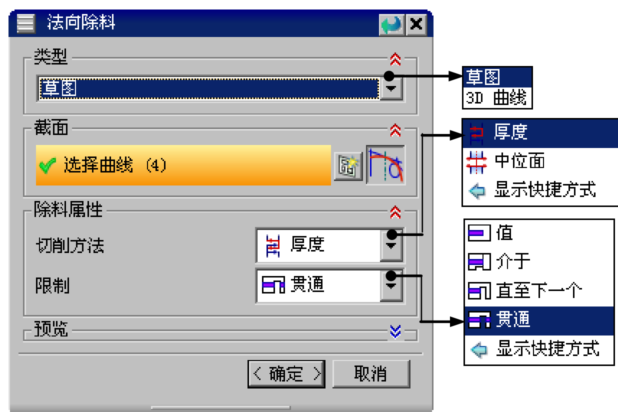


图 6.4.27　“法向除料”对话框

Step3．绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 6.4.28 所示的基准平面为草图平面，

取消选中设置区域的☐ 创建中间基准 CSYS复选框，单击确定按钮，绘制图 6.4.29 所示的截面草图。

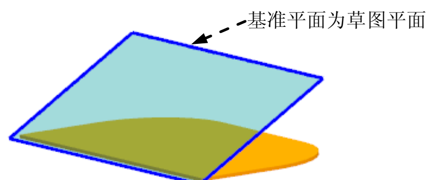


图 6.4.28　选取草图平面

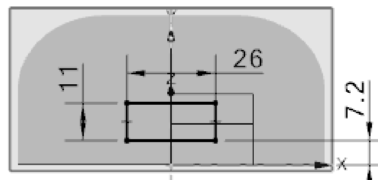


图 6.4.29　截面草图

Step4. 定义除料深度属性。在切削方法下拉列表中选择厚度选项，在限制下拉列表中选择贯通选项。

Step5. 在“法向除料”对话框中单击< 确定 >按钮，完成特征的创建。

图 6.4.27 所示的“法向除料”对话框中部分选项的功能说明如下。

- 除料属性区域包括切削方法下拉列表、限制下拉列表和按钮。
- 切削方法下拉列表包括厚度和中位面选项。
  - ☑ 厚度：选取该选项，在钣金件的表面向沿厚度方向进行裁剪。
  - ☑ 中位面：选取该选项，在钣金件的中间面向两侧进行裁剪。
- 限制下拉列表包括值、介于、直至下一个和贯通选项。
  - ☑ 值：选取该选项，特征将从草图平面开始，按照所输入的数值（即深度值）向特征创建的方向一侧进行拉伸。
  - ☑ 介于：选取该选项，草图沿着草图面向两侧进行裁剪。
  - ☑ 直至下一个：选取该选项，去除材料深度从草图开始直到下一个曲面上。
  - ☑ 贯通：选取该选项，去除材料深度贯穿所有曲面。

2. 用开放的轮廓线创建法向除料

下面以图 6.4.30 所示的模型为例，说明用开放的轮廓线创建法向除料的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.04.05\REMOVE_02.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 切割(T) → 法向除料(N)...命令，系统弹出“法向除料”对话框。

Step3. 绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 6.4.31 所示的钣金表面为草图平面，取消选中设置区域的☐ 创建中间基准 CSYS复选框，单击确定按钮，绘制图 6.4.32 所示的截面草图。


图 6.4.30　用开放的轮廓线创建法向除料

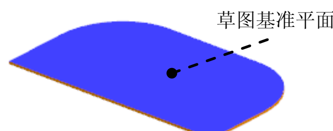


图 6.4.31　选取草图平面

Step4. 定义除料属性。在切削方法下拉列表中选择厚度选项，在限制下拉列表中选择贯通选项。

Step5. 定义除料的方向。接受图 6.4.33 所示的切削方向。

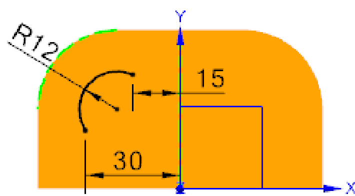


图 6.4.32 截面草图

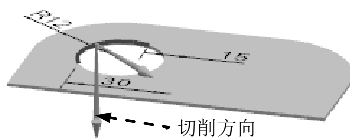


图 6.4.33 定义法向除料的切削方向

Step6. 在“法向除料”对话框中单击< 确定 >按钮，完成特征的创建。

6.5 钣金的折弯与展开

6.5.1 钣金折弯

钣金折弯是将钣金的平面区域沿指定的直线弯曲某个角度。

钣金折弯特征包括如下三个要素：

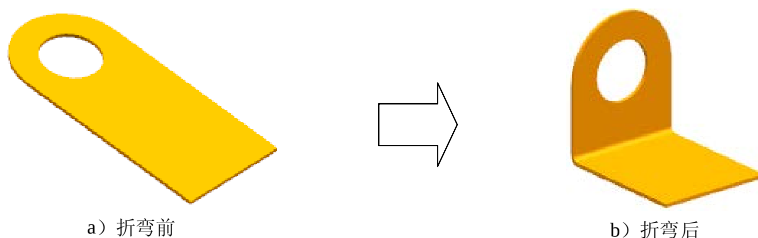
折弯角度：控制折弯的弯曲程度。

折弯半径：折弯处的内半径或外半径。

折弯应用曲线：确定折弯位置和折弯形状的几何线。

1．钣金折弯的一般操作过程

下面以图 6.5.1 所示的模型为例，说明“折弯”的一般过程。



a）折弯前　　b）折弯后

图 6.5.1 折弯的一般过程

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.05.01\OFFSET_01.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 折弯(N) → 折弯(B)...命令，系统弹出图 6.5.2 所示的“折弯”对话框。

图 6.5.2 所示的“折弯”对话框中部分区域功能说明如下。

- 折弯属性区域包括角度文本框、“反向”按钮、“反侧”按钮、内嵌下拉列表和

☑ 延伸截面复选框。



图 6.5.2 “折弯”对话框

☑ 角度：在该文本框输入的数值用于设置折弯角度值。

☑ ：“反向”按钮，单击该按钮，可以改变折弯的方向。

☑ ：“反侧”按钮，单击该按钮，可以改变要折弯部分的方向。

- 内嵌下拉列表中包括外模具线轮廓、折弯中心线轮廓、内模具线轮廓、材料内侧和材料外侧五个选项。

☑ 外模具线轮廓：选择该选项，在展开状态时，折弯线位于折弯半径的第一相切边缘。

☑ 折弯中心线轮廓：选择该选项，在展开状态时，折弯线位于折弯半径的中心。

☑ 内模具线轮廓：选择该选项，在展开状态时，折弯线位于折弯半径的第二相切边缘。

☑ 材料内侧：选择该选项，在成形状态下，折弯线位于折弯区域的外侧平面。

☑ 材料外侧：选择该选项，在成形状态下，折弯线位于折弯区域的内侧平面。

- ☑ 延伸截面：选中该复选框，将弯边轮廓延伸到零件边缘的相交处；取消选择该复选框在创建弯边特征时不延伸。

Step3. 绘制折弯线。单击按钮，选取图 6.5.3 所示的模型表面为草图平面，取消选中设置区域的☐ 创建中间基准 CSYS复选框，单击确定按钮，绘制图 6.5.4 所示的折弯线。

Step4. 定义折弯属性。在“折弯”对话框折弯属性区域的角度文本框中输入数值 90；在内嵌下拉列表中选择折弯中心线轮廓选项；选中☑ 延伸截面复选框，折弯方向如图 6.5.5 所示。

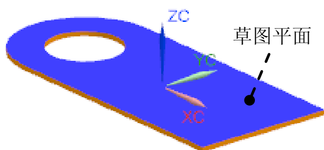


图 6.5.3　草图平面

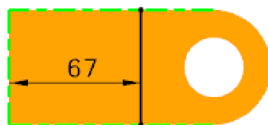


图 6.5.4　绘制折弯线

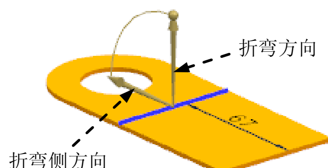


图 6.5.5　折弯方向

说明： 在模型中双击图 6.5.5 所示的折弯方向箭头可以改变折弯方向。

Step5. 在“折弯”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。

2．在钣金折弯处创建止裂口

在进行折弯时，由于折弯半径的关系，折弯面与固定面可能会产生互相干涉，此时用户可创建止裂口来解决干涉问题。下面以图 6.5.6 为例介绍在钣金折弯处加止裂口的操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.05.01\OFFSET_02.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) ▸ → 折弯(B)... 命令，系统弹出“折弯”对话框。

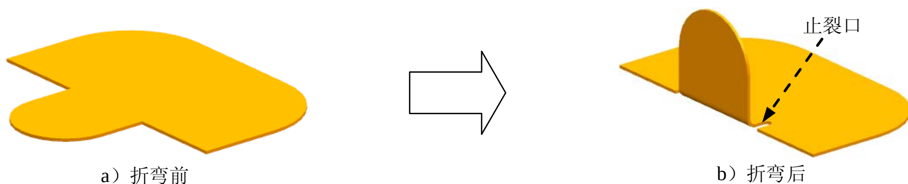


图 6.5.6　折弯时创建止裂口

Step3. 绘制折弯线。单击 按钮，选取图 6.5.7 所示的模型表面为草图平面，取消选中 设置 区域的 □ 创建中间基准 CSYS 复选框，单击 确定 按钮，绘制图 6.5.8 所示的折弯线。

Step4. 定义折弯属性。在“折弯”对话框 折弯属性 区域的 角度 文本框中输入数值 90；在 内嵌 下拉列表中选择 折弯中心线轮廓 选项；取消选中 □ 延伸截面 复选框，折弯方向如图 6.5.9 所示。

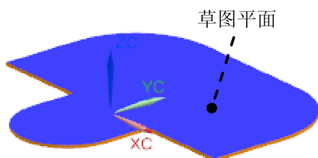


图 6.5.7　草图平面

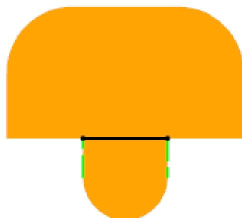


图 6.5.8　绘制折弯线

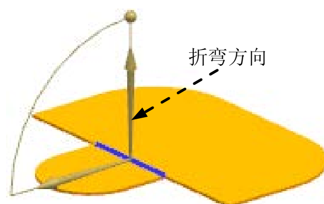


图 6.5.9　折弯方向

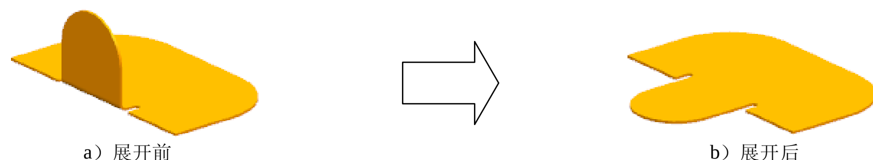
Step5. 定义止裂口。在 止裂口 区域的 折弯止裂口 下拉列表中选择 圆形 选项；在 拐角止裂口 下拉列表中选择 无 选项。

Step6. 在“折弯”对话框中单击< 确定 >按钮，完成特征的创建。

6.5.2 伸直

在钣金设计中，如果需要在钣金件的折弯区域创建裁剪或孔等特征，首先用伸直命令可以取消折弯钣金件的折弯特征，然后就可以在展平的折弯区域创建裁剪或孔等特征。

下面以图 6.5.10 所示的模型为例，介绍创建“伸直”的一般过程。



a）展开前　　b）展开后

图 6.5.10 钣金伸直

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.05.03\EXTEND.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 成形(R) ➡ 伸直(U)... 命令，系统弹出图 6.5.11 所示的“伸直”对话框。

Step3. 选取固定面。选取图 6.5.12 所示的内表面为固定面。

Step4. 选取折弯特征。选取图 6.5.13 所示的折弯特征。

Step5. 在“伸直”对话框中单击< 确定 >按钮，完成特征的创建。

图 6.5.11 所示的“伸直”对话框中按钮的功能说明如下。

- ：“固定面或边”按钮在“伸直”对话框中为默认被按下，用来指定选取钣金件的一条边或一个平面作为固定位置来创建展开特征。
- ：“折弯”按钮在选取固定面后自动被激活，可以选取将要执行伸直操作的折弯区域（折弯面），当选取折弯面后，折弯区域在视图中将高亮显示。可以选取一个或多个折弯区域圆柱面（选择钣金件的内侧和外侧均可）。

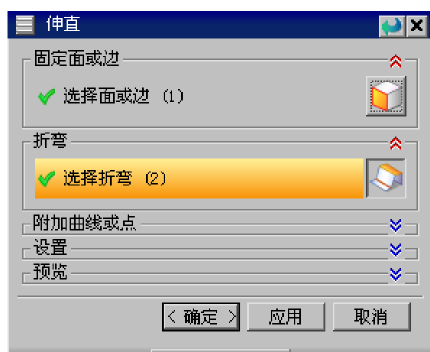


图 6.5.11 “伸直”对话框

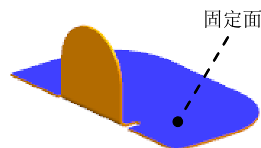


图 6.5.12 选取展开固定面

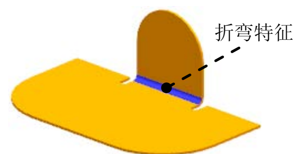
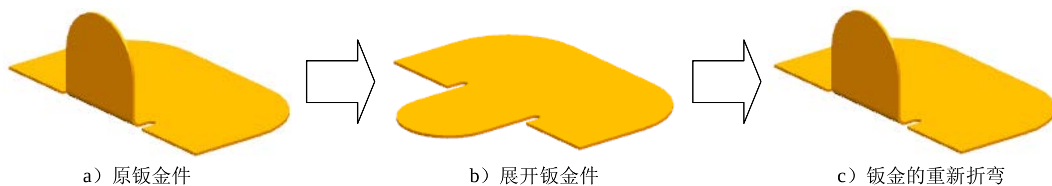


图 6.5.13 选取折弯面

6.5.3　重新折弯

可以将伸直后的钣金壁部分或全部重新折弯回来（图 6.5.14），这就是钣金的重新折弯。



a）原钣金件　　b）展开钣金件　　c）钣金的重新折弯

图 6.5.14　钣金的重新折弯

下面以图 6.5.14c 所示的模型为例，说明创建“重新折弯”的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.05.04\RE_EXTEND.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 成形(R) → 重新折弯(R)... 命令，系统弹出图 6.5.15 所示的“重新折弯”对话框。

Step3. 定义固定面。选取图 6.5.16 所示的面为固定面。

Step4. 选取折弯特征。选取图 6.5.16 所示的折弯特征。

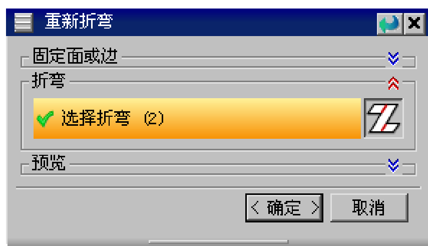


图 6.5.15　“重新折弯”对话框

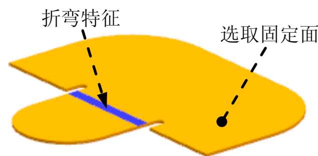


图 6.5.16　选取折弯特征

Step5. 在“重新折弯”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。

图 6.5.15 所示的“重新折弯”对话框中按钮的功能说明如下。

- （固定面或边）按钮：此按钮用来定义执行“重新折弯”操作时保持固定不动的面或边。
- ：“折弯”按钮在“重新折弯”对话框中为默认选项，用来选择“重新折弯”操作的折弯面。可以选择一个或多个取消折弯特征，当选择“取消折弯”面后，所选择的取消折弯特征在视图中将高亮显示。

6.5.4　将实体零件转换到钣金件

实体零件通过创建“壳”特征后，可以创建出壁厚相等的钣金零件，若想将此类零件转换成钣金件，则必须使用“转换为钣金”命令。例如图 6.5.17 所示的实体零件通过抽壳

方式转换为薄壁件后，其壁是完全封闭的，通过创建转换特征后，钣金件四周产生了裂缝，这样该钣金件便可顺利展开。

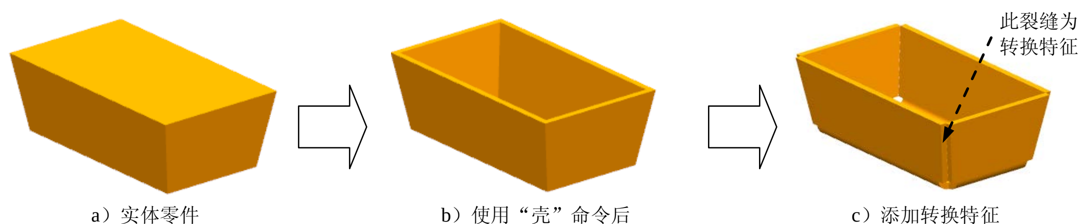


图 6.5.17　将实体转换到钣金件

下面以图 6.5.18 所示的模型为例，说明“转换为钣金”的一般创建过程。

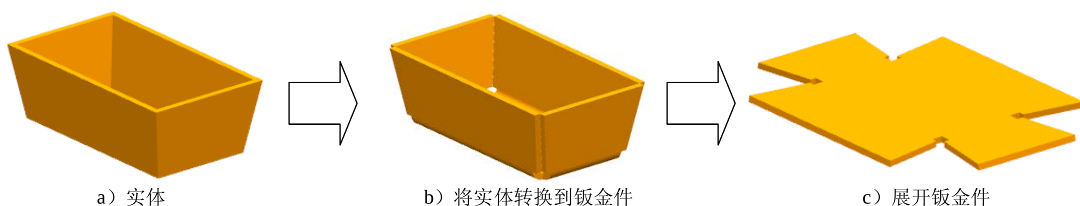


图 6.5.18　将实体转换到钣金件的一般创建过程

1．打开一个现有的零件模型，并将实体转换到钣金件

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.05.05\TRANSITION.prt。

Step2．选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 转换(V) → 转换为钣金(C)... 命令，系统弹出图 6.5.19 所示的“转换为钣金”对话框。

Step3．选取基本面。确认“转换为钣金”对话框的“基本面”按钮被按下，在系统 选择基本面 的提示下，选取图 6.5.20 所示的模型表面为基本面。

Step4．选取要撕裂的边。在 要撕开的边 区域中单击“撕边”按钮，选取图 6.5.21 所示的四条边线为要撕裂的边。

Step5．在“转换为钣金”对话框中单击 确定 按钮，完成特征的创建。

图 6.5.19 所示的“转换为钣金”对话框中按钮的功能说明如下。

- （基本面）：在“转换为钣金”对话框中此按钮默认被激活，用于选择钣金件的表面作为固定面（基本面）来创建特征。
- （撕边）：单击此按钮后，用户可以在钣金件模型中选择要撕裂的边缘。

2．将转换后的钣金件伸直

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 成形(R) → 伸直(U)... 命令，系统弹出“伸直”对话框。

Step2. 选取固定面。选取图 6.5.22 所示的表面为展开固定面。

Step3. 选取折弯。选取图 6.5.23 所示的四个面为折弯。

Step4. 在“伸直”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。



图 6.5.19　“转换为钣金“对话框

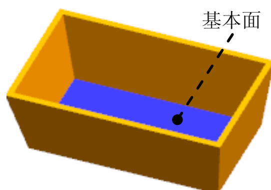


图 6.5.20　选取基本面

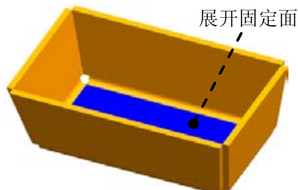


图 6.5.22　选取展开固定面

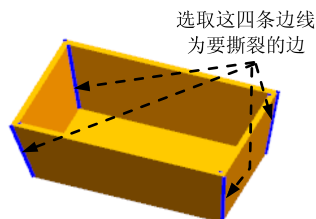


图 6.5.21　选取要撕裂的边

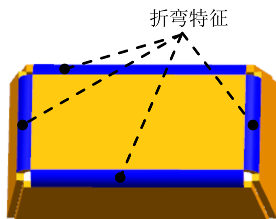


图 6.5.23　选取折弯

6.5.5　展平实体

在钣金零件的设计过程中，将成形的钣金零件展平为二维的平面薄板是非常重要的步骤，钣金件展开的作用如下。

钣金展开后，可更容易地了解如何剪裁薄板以及其各部分的尺寸。

有些钣金特征（如减轻切口）需要在钣金展开后创建。

钣金展开对于钣金的下料和创建钣金的工程图十分有用。

采用“展平实体”命令可以在同一钣金零件中创建平面展开图。展平实体特征与成形特征相关联。当采用展平实体命令展开钣金零件时，将展平实体特征作为“引用集”在“部件导航器”中显示。如果钣金零件包含变形特征，这些特征将保持原有的状态，如果钣金模型更改，平面展开图处理也自动更新并包含了新的特征。

下面以图 6.5.24 所示的模型为例，说明“展平实体”的一般创建过程。

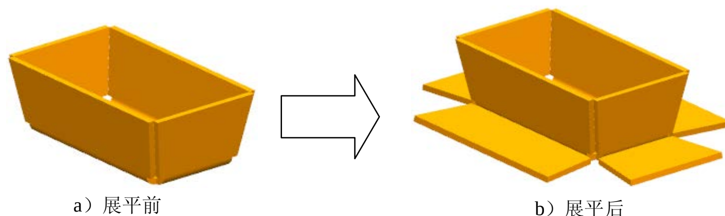


图 6.5.24　展平实体

Task1．展平实体特征的创建

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.05.07\EVOLVE.prt。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 展平图样(L)... → 展平实体(S)... 命令，系统弹出图 6.5.25 所示的“展平实体”对话框。

Step3．定义固定面。此时“选择面”按钮处于激活状态，选取图 6.5.26 所示的模型表面为固定面。

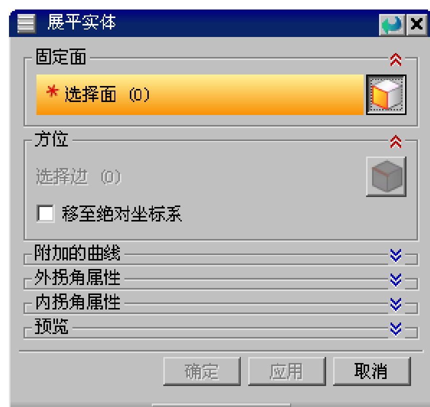


图 6.5.25　“展平实体”对话框

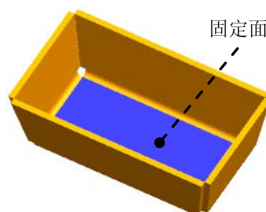


图 6.5.26　定义固定面

Step4．定义参考边。取消选中 移至绝对坐标系 复选框，使用系统默认的展平方位参考。

Step5．在“展平实体”对话框中单击 确定 按钮，完成展平特征的创建。

图 6.5.25 所示的“展平实体”对话框中的部分说明如下。

- （选择面）：固定面区域的选择面默认激活，用于选择钣金零件的平面作为平板实体的固定面，在选定固定面后系统将以该平面为固定面将钣金零件展开。
- （选择边）：方位区域的参考边在选择固定面后被激活，选择实体边缘作为平板实体的参考轴（X 轴）的方向及原点，并在视图区中显示参考轴方向；在选定参考轴后系统将以该参考轴和已选择的固定面为基准将钣金零件展开，形成平面薄板。

Task2．展平实体相关特征的验证

平板实体特征会随着钣金模型的更改发生相应的变化，下面通过图 6.5.27 所示在钣金模型上创建一个“法向除料”特征来验证这一特征。

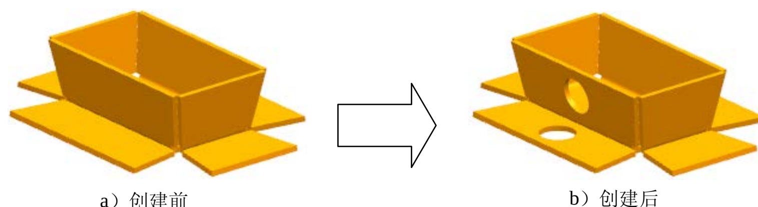


图 6.5.27　展平实体相关特征的验证

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 切削(T) ▸ → 法向除料(N)... 命令，系统弹出“法向除料”对话框。

Step2. 绘制除料截面草图。单击按钮，选取图 6.5.28 所示的模型表面为草图平面，单击 确定 按钮，绘制图 6.5.29 所示的除料截面草图。

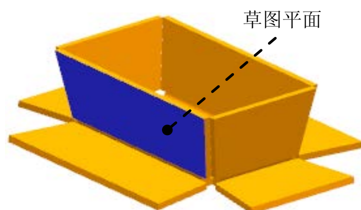


图 6.5.28　草图平面

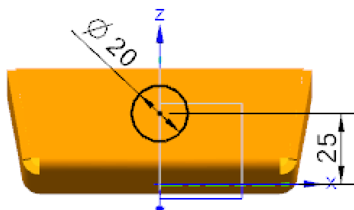


图 6.5.29　除料截面草图

Step3. 定义除料属性。在 除料属性 区域的 切削方法 下拉列表中选择 厚度 选项，在 限制 下拉列表中选择 直至下一个 选项。

Step4. 单击“法向除料”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成法向除料特征。

6.6　高级钣金特征

6.6.1　凹坑

凹坑就是用一组连续的曲线作为轮廓，沿着钣金件表面的法线方向冲出凸起或凹陷的成形特征，如图 6.6.1 所示。

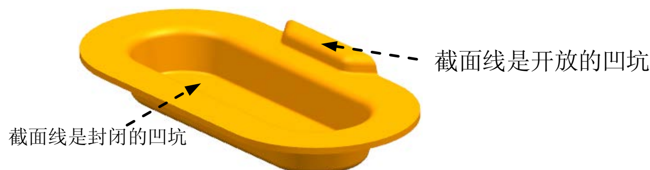


图 6.6.1　钣金的凹坑特征

Task1. 封闭的截面线创建“凹坑”的一般过程

下面以图 6.6.2 所示的模型为例，说明用封闭的截面线创建“凹坑”的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.06\CONCAVITY.prt。

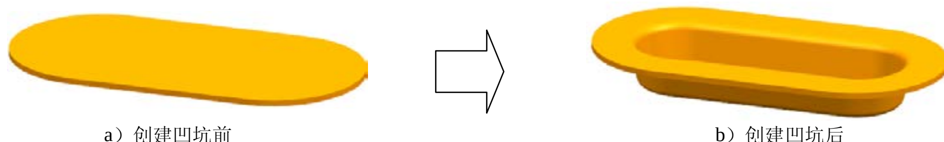


图 6.6.2　用封闭的截面线创建凹坑特征

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 冲孔(H) → 凹坑(D)... 命令，系统弹出图 6.6.3 所示的“凹坑”对话框。

Step3. 绘制凹坑截面。单击按钮，选取图 6.6.4 所示的模型表面为草图平面，取消选中 设置 区域的 □ 创建中间基准 CSYS 复选框，单击 确定 按钮，绘制图 6.6.5 所示的截面草图。

Step4. 定义凹坑属性。在 凹坑属性 区域的 深度 文本框中输入数值 15；在 侧角 文本框中输入数值 10；在 参考深度 下拉列表中选择 外部 选项；在 侧壁 下拉列表中选择 材料内侧 选项。

说明：单击按钮可以调整深度方向。

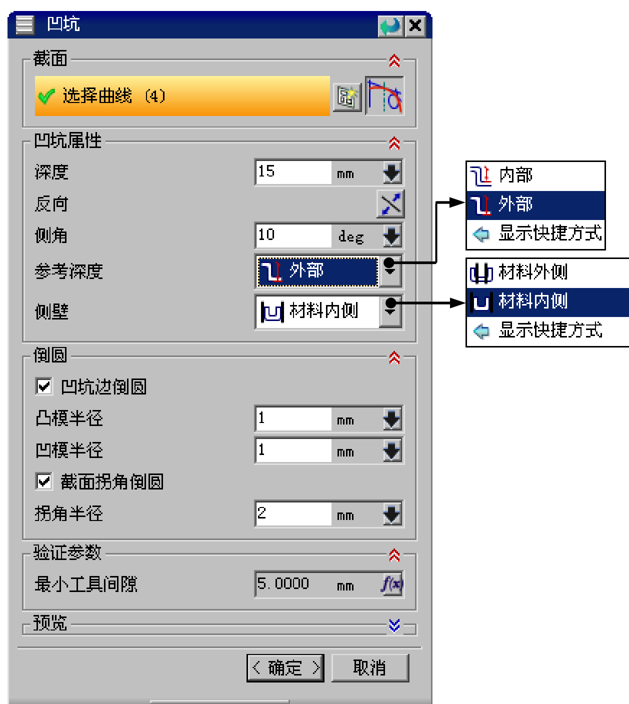


图 6.6.3 “凹坑”对话框

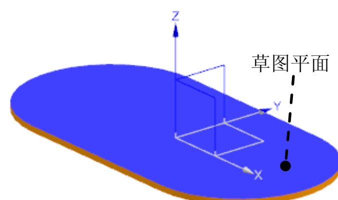


图 6.6.4 选取草图平面

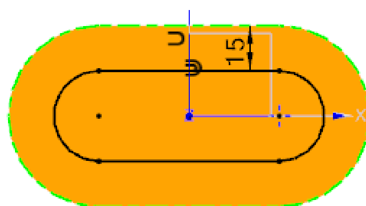


图 6.6.5 凹坑截面草图

Step5. 定义倒圆属性。在 倒圆 区域选中 ☑ 凹坑边倒圆 复选框，在 凹模半径 文本框中输入数值 1；在 凸模半径 文本框中输入数值 1。

Step6. 在“凹坑”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。

图 6.6.3 所示的“凹坑”对话框中各选项的功能说明如下。

- 深度：该文本框中输入的数值是从钣金件的放置面到弯边底部的深度距离，如图 6.6.6 所示。

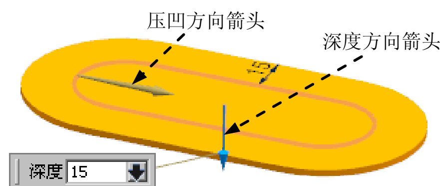


图 6.6.6 凹坑的创建方向

- 侧角：该文本框中输入的数值是设定凹坑在钣金件放置面法向的倾斜角度值（即拔模角度）。
- 参考深度下拉列表中包括外部和内部选项。
  - ☑ 外部：选取该选项，凹坑的高度距离是从截面线的草图平面开始计算，延伸至总高，再根据材料厚度来偏置距离。
  - ☑ 内部：选取该选项，凹坑的高度距离是从截面线的草图平面开始计算，延伸至总高。
- 侧壁下拉列表中包括材料内侧和材料外侧两种选项。
  - ☑ 材料内侧：选取该选项，在截面线的内侧开始生成凹坑，如图 6.6.7a 所示。
  - ☑ 材料外侧：选取该选项，在截面线的外侧开始生成凹坑，如图 6.6.7b 所示。

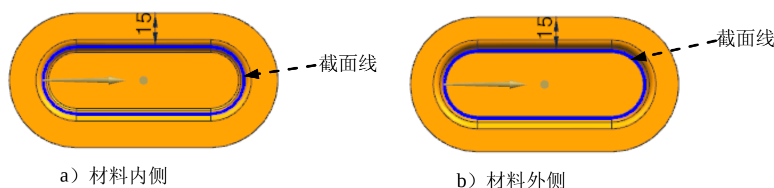


图 6.6.7　设置“侧壁材料”选项

- 倒圆区域包括☑凹坑边倒圆和☑截面拐角倒圆复选框。
  - ☑ ☑凹坑边倒圆：选中该复选框，凹模半径和凸模半径文本框被激活。凹模半径文本框的数值是指定钣金件的放置面过渡到折弯部分设置的倒圆角半径，如图 6.6.8 所示；凸模半径文本框的数值是指定凹坑底部与深度壁过渡圆角半径，如图 6.6.8 所示。
  - ☑ ☑截面拐角倒圆：选中该复选框，拐角半径文本框被激活。拐角半径文本框的数值是指定凹坑壁之间过渡的圆角半径。

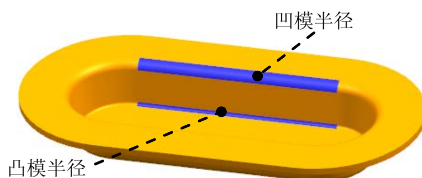
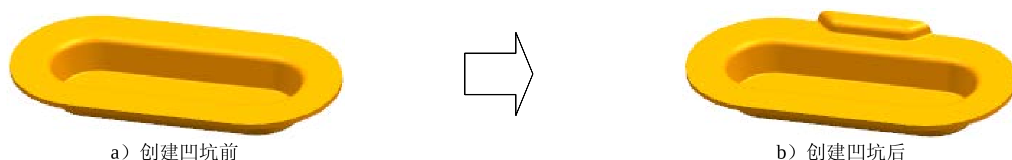


图 6.6.8　定义倒圆设置

Task2．开放的截面线创建“凹坑”的一般过程

下面以上一步创建的模型图 6.6.9 所示为例，说明用开放的截面线创建“凹坑”的一般过程。



a）创建凹坑前　　b）创建凹坑后

图 6.6.9　用开放的截面线创建“凹坑”特征

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 冲孔(H) ▸ → 凹坑(D)... 命令，系统弹出“凹坑”对话框。

Step2. 绘制凹坑截面。单击按钮，选取图 6.6.10 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.6.11 所示的截面草图。

Step3. 定义凹坑属性。在 凹坑属性 区域的 深度 文本框中输入数值 5，深度方向如图 6.6.12 所示；在 侧角 文本框中输入数值 10；在 参考深度 下拉列表中选择 外部 选项；在 侧壁 下拉列表中选择 材料内侧 选项。

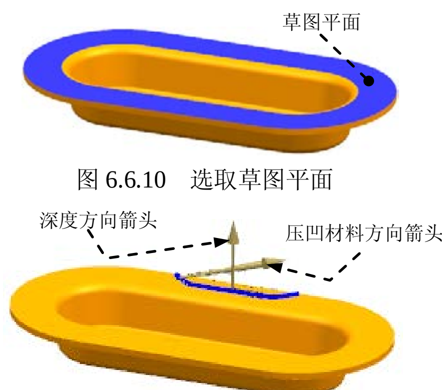


图 6.6.10　选取草图平面

图 6.6.12　凹坑的创建方向

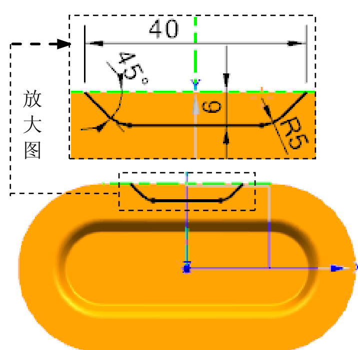


图 6.6.11　凹坑截面草图

Step4. 定义倒圆属性。在 倒圆 区域选中 ☑ 凹坑边倒圆 复选框，在 凹模半径 文本框中输入数值 1；在 凸模半径 文本框中输入数值 1。

Step5. 在“凹坑”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成特征的创建。

6.6.2　冲压除料

冲压除料就是用一组连续的曲线作为轮廓，沿着钣金件表面的法向方向进行裁剪，同时在轮廓线上建立弯边，如图 6.6.13 所示。

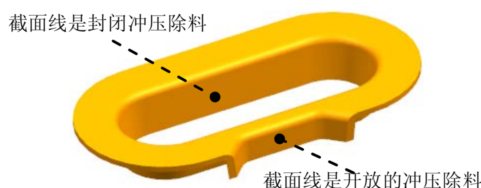


图 6.6.13　钣金的“冲压除料”特征

说明：冲压除料的成形面的截面线可以是封闭的，也可以是开放的。

Task1. 封闭的截面线创建“冲压除料”的一般过程

下面以图 6.6.14 所示的模型为例，说明用封闭的截面线创建冲压除料的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.06\PUNCHING.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 冲孔(H) → 冲压除料(C)... 命令，系统弹出图 6.6.15 所示的“冲压除料”对话框。



图 6.6.14　用封闭的截面线创建“冲压除料”特征

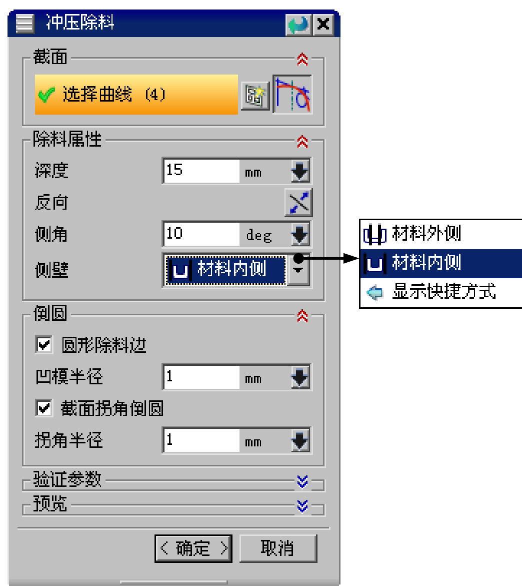


图 6.6.15　“冲压除料”对话框

Step3. 绘制冲压除料截面草图。单击按钮，选取图 6.6.16 所示的模型表面为草图平面，取消选中设置区域的 创建中间基准 CSYS 复选框，单击 确定 按钮，绘制图 6.6.17 所示的截面草图。

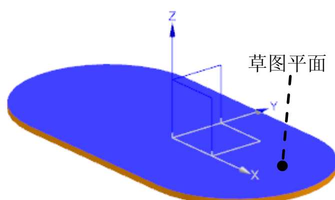


图 6.6.16　选取草图平面

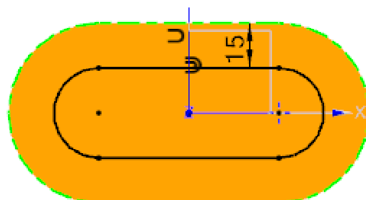


图 6.6.17　“冲压除料”截面草图

Step4. 定义除料属性。在对话框 除料属性 区域的 深度 文本框中输入数值 15，方向如图 6.6.18 所示；在 侧角 文本框中输入数值 10；在 侧壁 下拉列表中选择 材料内侧 选项。

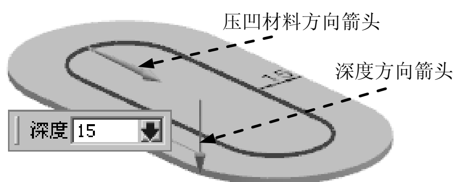


图 6.6.18　“冲压除料”的创建方向

说明：要改变箭头方向，可以双击图 6.6.18 所示的箭头。

Step5. 定义倒圆属性。在 倒圆 区域选中 ☑ 圆形除料边 复选框，在 凹模半径 文本框中输入数值 1。

Step6. 在“冲压除料”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成“冲压除料”特征的创建。

Task2. 开放的截面线创建“冲压除料”的一般过程

下面以 Task1 创建的模型为例，说明用开放的截面线创建图 6.6.19 所示“冲压除料”的一般过程。

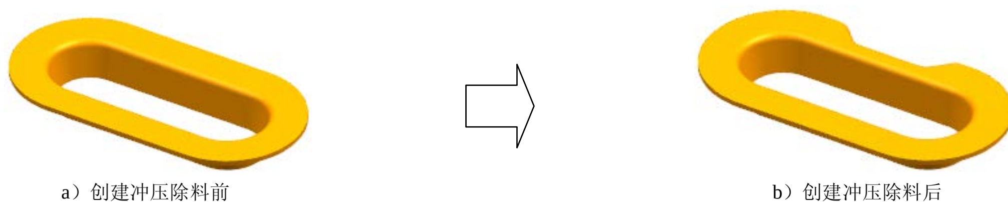


图 6.6.19 用开放的截面线创建“冲压除料”特征

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 冲孔(H) ▸ → 冲压除料(C)... 命令，系统弹出“冲压除料”对话框。

Step2. 绘制冲压除料截面草图。单击 按钮，选取图 6.6.20 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.6.21 所示的截面草图。

Step3. 定义除料属性。在 除料属性 区域的 深度 文本框中输入数值 10，方向如图 6.6.22 所示；在 侧角 文本框中输入数值 5；在 侧壁 下拉列表中选择 材料内侧 选项。

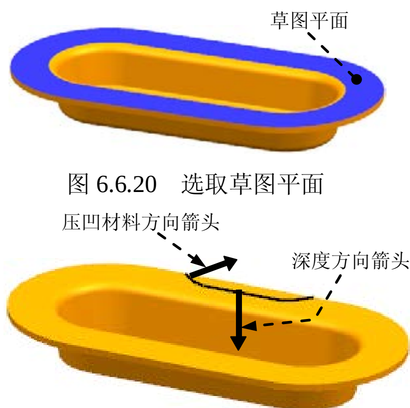


图 6.6.20 选取草图平面

图 6.6.22 冲压的创建方向和深度方向

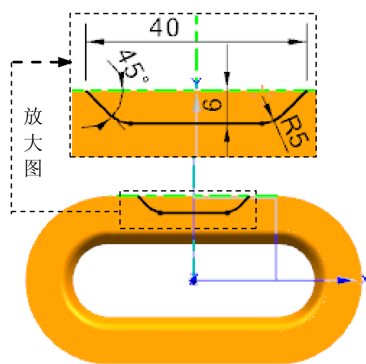


图 6.6.21 “冲压除料”截面草图

Step4. 定义倒圆属性。在 倒圆 区域选中 ☑ 凹坑边倒圆 复选框，在 凹模半径 文本框中输入数值 1。

Step5. 在“冲压除料”对话框中单击 < 确定 > 按钮，完成“冲压除料”特征的创建。

6.6.3　实体冲压

钣金实体冲压是通过模具等对板料施加外力，是板料分离或者成形而得到工件的一种工艺。在钣金特征中，通过冲压成形的钣金特征占有钣金件成形的很大比例。

钣金实体特征包括如下三个要素：

目标面：实体冲压特征的创建面。

工具体：使目标体具有预期形状的体。

冲裁面：指定要穿透的工具体表面。

下面以图 6.6.23 为例，讲述实体冲压中的“冲压”类型的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.06\SOLID_PUNCH_01.prt。

说明：由于使用实体冲压时，工具体大多在“钣金”以外的环境中创建，所以在创建钣金冲压时需将当前钣金模型转换至其他设计环境中。本例采用的工具体需在“建模”环境中创建，因而在打开模型后，需要选择下拉菜单 开始 → 建模(M)... 命令，以切换至“建模”环境。



a）冲压前　　b）冲压后

图 6.6.23　实体冲压

Step2. 创建图 6.6.24 所示的拉伸特征 1。

（1）选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令。

（2）定义拉伸截面草图。单击 按钮，选取图 6.6.24 所示的模型表面为草图平面，取消选中 设置 区域的 □ 创建中间基准 CSYS 复选框，单击 确定 按钮，绘制图 6.6.25 所示的截面草图。

（3）定义拉伸属性。在对话框 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 0；在 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 3；在 布尔 区域中选择 无 选项，其他采用系统默认设置值。

（4）单击“拉伸”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成拉伸特征 1 的创建。

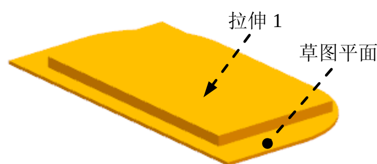


图 6.6.24　拉伸特征 1

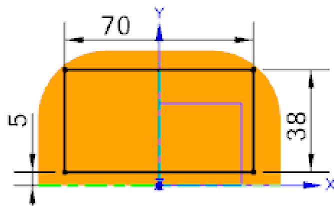


图 6.6.25　截面草图

Step3. 创建图 6.6.26 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取图 6.6.24 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.6.27 所示的截面草图。拉伸方向如图 6.6.26 所示（与第一个拉伸方向相反）；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 0；在 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 12；在 布尔 区域的 布尔 下拉列表中选择 求和 选项，选取上步创建的拉伸特征 1 作为求和对象；单击 < 确定 > 按钮，完成拉伸特征 2 的创建。

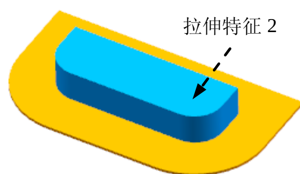


图 6.6.26　拉伸特征 2

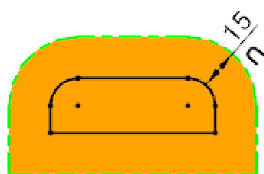


图 6.6.27　截面草图

Step4. 创建图 6.6.28 所示的边倒圆特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)... 命令；选取图 6.6.28a 所示的边链为边倒圆参照，在 要倒圆的边 区域的 半径 1 文本框中输入数值 2；单击 < 确定 > 按钮，完成边倒圆特征 1 的创建。

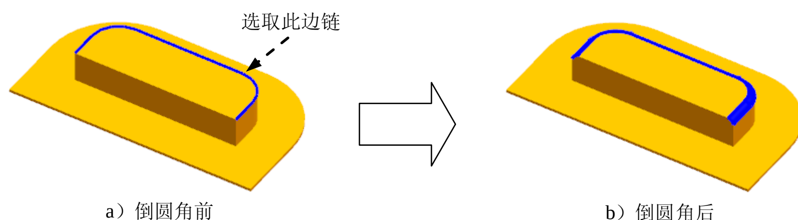


图 6.6.28　边倒圆特征 1

Step5. 创建实体冲压特征（将模型切换至“钣金”环境）。

（1）选择下拉菜单 插入(S) → 冲孔(H) → 实体冲压(S)... 命令，系统弹出图 6.6.29 所示的“实体冲压”对话框。

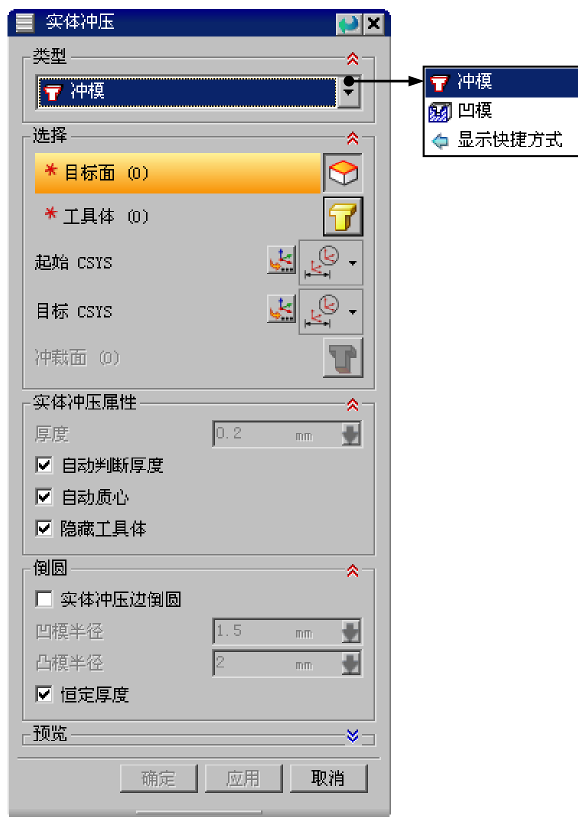
（2）定义实体冲压类型。在“实体冲压”对话框 类型 区域的下拉列表中选择 冲模 选项，即采用冲孔类型创建钣金特征。

（3）定义目标面。此时，在“实体冲压”对话框中“目标面”按钮已处于激活状态，选取图 6.6.30 所示的面为目标面。

（4）定义工具体。此时，在“实体冲压”对话框中“工具体”按钮已处于激活状态，选取图 6.6.31 所示的面为工具体。

（5）定义冲裁面。此时，单击“实体冲压”对话框中的“冲裁面”按钮，选取图 6.6.32 所示的面为穿孔面。

（6）单击“实体冲压”对话框中的 < 确定 > 按钮，完成实体冲压特征的创建。



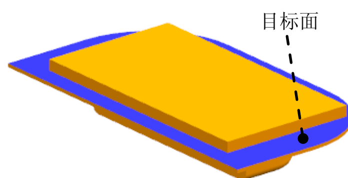


图 6.6.30　目标面

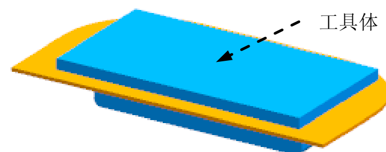


图 6.6.31　工具体

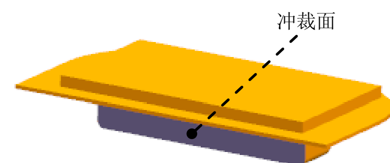


图 6.6.29　“实体冲压”对话框

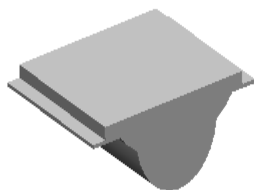
图 6.6.32　冲裁面

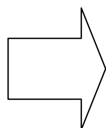
Step6. 保存零件模型。

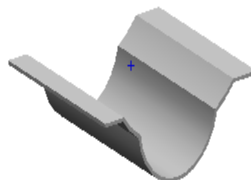
图 6.6.29 所示“实体冲压”对话框中各选项的说明如下。

- 类型：类型下拉列表中包括冲模和凹模选项。

  ☑ 冲模：选择此选项，即采用冲压类型创建钣金特征，如图 6.6.33 所示。





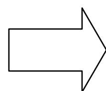


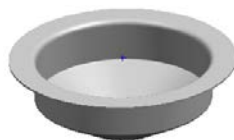
a）冲压前　　b）冲压后

图 6.6.33　钣金的实体冲压“冲模”类型

  ☑ 凹模：选择此选项，即采用凹模类型创建钣金特征，如图 6.6.34 所示。







a）冲压前　　b）冲压后

图 6.6.34　钣金的实体冲压“凹模”类型

注意：实体冲压特征 凹模 类型的工具体必须为中空的，否则不能进行冲压。

- （目标面）：在钣金的冲压的创建中，选择从某个面进行冲压的面。
- （工具体）：工具体是使目标体具有预期形状的几何体，相当于钣金的成形模具。
- （冲裁面）：穿孔面是指创建实体冲压特征时，指定穿透钣金件的某个表面的工具体表面。
- 厚度：指工具体对钣金件冲压的厚度。
- ☑ 自动判断厚度：选中此复选框，则实体冲压的特征与目标体厚度一致。
- ☑ 自动质心：选中此复选框，可以通过对放置面轮廓线的二维自动产生一个刀具中心位置，创建冲压特征。
- ☑ 隐藏工具体：选中此复选框，则在创建钣金冲压特征后，工具体不可见，否则工具体可见，如图 6.6.35 所示。

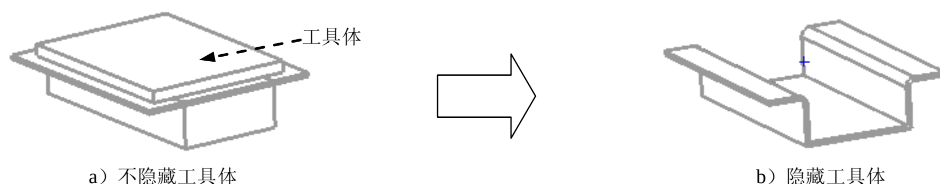


图 6.6.35　设置“隐藏工具体”

- ☑ 实体冲压边倒圆：选中此复选框，凸模半径和凹模半径被激活。可以对冲头半径和凹模半径的大小进行编辑，如图 6.6.36 所示。当对内半径进行编辑时，外半径的大小也相应地发生变化。
  - ☑ 凸模半径：凸模半径是指创建实体冲压特征时，底部边的折弯半径。
  - ☑ 凹模半径：凹模半径是指目标面上的边的折弯半径，也是内半径和厚度之和。
  - ☑ ☐ 恒定厚度：如果工具体具有锐边，在创建钣金实体冲压特征时需要设置该选项，如图 6.6.37a 所示，如果不选择该选项，创建的钣金实体冲压特征仍然包含锐边，如图 6.6.37b 所示。

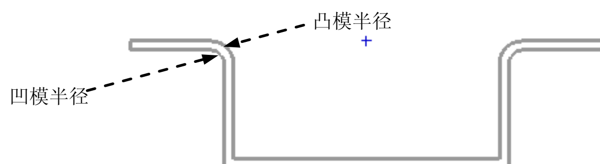


图 6.6.36　内、外半径示意图



图 6.6.37　设置“恒定厚度”创建钣金实体冲压示意图

下面以图 6.6.38 为例，讲述实体冲压中的“凹模”类型的一般操作过程。

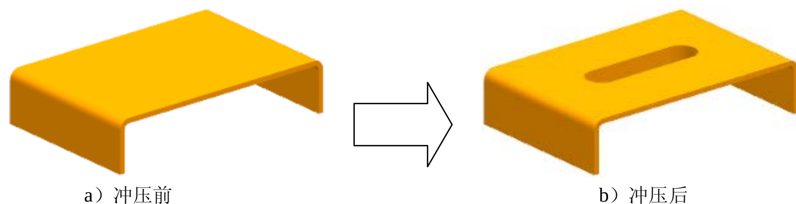


图 6.6.38　实体凹模

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.06\SOLID_PUNCH_02.prt 并确认该模型处于“建模”环境中。

Step2. 创建图 6.6.39 所示的拉伸特征 1。

（1）选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令。

（2）定义拉伸截面草图。单击按钮，选取图 6.6.39 所示的模型表面为草图平面，取消选中 设置 区域的 创建中间基准 CSYS 复选框，单击 确定 按钮，绘制图 6.6.40 所示的截面草图。

（3）定义拉伸属性。在对话框 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 0；在 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入数值 12；单击“反向”按钮调整拉伸方向；在 布尔 区域中选择 无 选项，其他采用系统默认设置值，单击“拉伸”对话框中的 <确定> 按钮，完成拉伸特征 1 的创建。

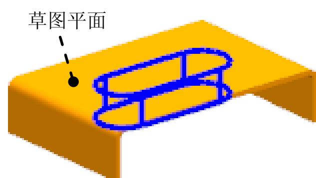


图 6.6.39　拉伸特征 1

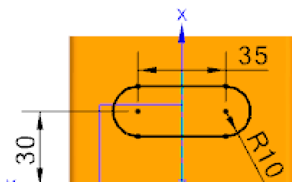


图 6.6.40　截面草图

Step3. 创建图 6.6.41b 所示的圆角特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)... 命令；选取图 6.6.41a 所示的边链为圆角参照，在 要倒圆的边 区域中的 半径 1 文本框中输入数值 2；单击 <确定> 按钮，完成圆角特征 1 的创建。

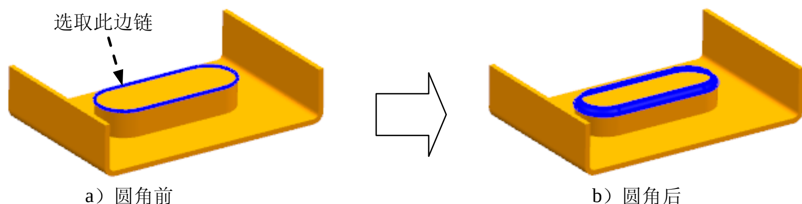


图 6.6.41　圆角特征 1

Step4. 创建图 6.6.42b 所示的抽壳特征 1。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 抽壳(H)... 命令，系统

弹出“抽壳”对话框。

（2）定义抽壳类型。在“抽壳”对话框类型区域的下拉列表中选择移除面，然后抽壳选项。

（3）定义移除面及抽壳厚度。选取图 6.6.42a 所示的面为移除面，并在厚度文本框中输入数值 2，采用系统默认的抽壳方向。

（4）单击< 确定 >按钮，完成抽壳特征的创建。

Step5. 创建实体冲压特征（将模型切换至“钣金”环境）。

（1）选择下拉菜单插入(S) → 冲孔(H) → 实体冲压(H)...命令，系统弹出“实体冲压”对话框。

（2）定义实体冲压类型。在弹出的“实体冲压”对话框中选择凹模选项，即选取实体冲压类型为凹模。

（3）定义目标面。此时，在“实体冲压”对话框中“目标面”按钮已处于激活状态，选取图 6.6.43 所示的面为目标面。



图 6.6.42　抽壳特征 1

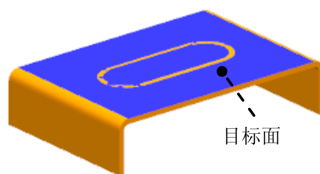


图 6.6.43　目标面

（4）定义工具体。此时，在“实体冲压”对话框中“工具体”按钮已处于激活状态，选取图 6.6.44 所示的抽壳体为工具体。

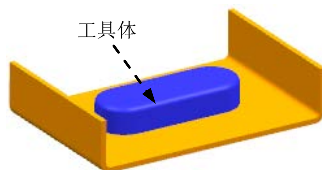


图 6.6.44　工具体

（5）单击“实体冲压”对话框中的< 确定 >按钮，完成实体冲压特征的创建。

Step6. 保存零件模型。

6.7　钣金设计综合应用 1

应用概述:

本应用详细讲解了图 6.7.1 所示卷尺头的创建过程，主要应用了轮廓弯边、拉伸、法向

除料等命令。钣金件模型及相应的模型树如图 6.7.1 所示。



图 6.7.1　钣金件模型及模型树

Step1. 新建文件。选择下拉菜单 文件(F) ➡ 新建(N)... 命令，系统弹出“新建”对话框。在 模板 区域中选取模板类型为 NX 钣金，在 新文件名 区域的 名称 文本框中输入文件名称 roll_ruler_heater。单击 确定 按钮，系统进入钣金环境。

Step2. 创建图 6.7.2 所示的轮廓弯边特征 1。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 折弯(N) ➡ 轮廓弯边(C)... 命令；选取 ZX 平面为草图平面，绘制图 6.7.3 所示的截面草图。单击 厚度 文本框右侧的 按钮，在系统弹出的快捷菜单中选择 使用本地值 选项，然后在 厚度 文本框中输入数值 0.3。 在 宽度选项 下拉列表中选择 有限 选项，在 宽度 文本框中输入数值 14.5；单击 <确定> 按钮，完成轮廓弯边特征 1 的创建。

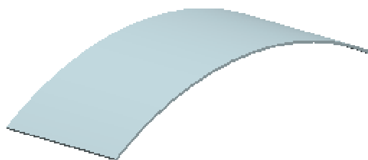


图 6.7.2　轮廓弯边特征 1

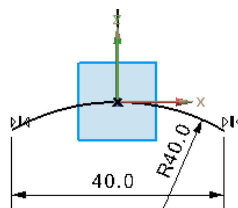


图 6.7.3　截面草图

Step3. 创建图 6.7.4 所示的拉伸特征 1。选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 切割(T) ➡ 拉伸(E)... 命令；选取 XY 平面为草图平面，绘制图 6.7.5 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 贯通 选项，在 结束 下拉列表中选择 贯通 选项，在 布尔 区域的 布尔 下拉列表中选择 求差 选项，在 偏置 区域的下拉列表中选择 两侧 选项，在 开始 文本框中输入数值 0，在 结束 文本框中输入数值 25。

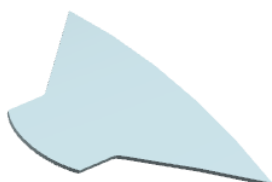


图 6.7.4　拉伸特征 1

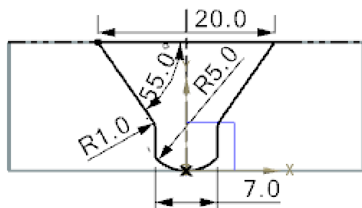
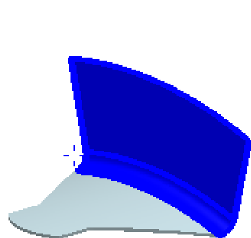


图 6.7.5　截面草图

Step4. 创建图 6.7.6 所示的轮廓弯边特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 轮廓弯边(C)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 次要 选项，在 宽度选项 下拉列表中选择 到端点 选项；单击 按钮，选取图 6.7.7 所示的模型边线为路径，在 平面位置 区域的 位置 选项组中选择 弧长 选项，然后在 弧长 后的文本框中输入数值 0，单击 确定 按钮，绘制图 6.7.8 所示的截面草图；单击 < 确定 > 按钮，完成轮廓弯边特征 2 的创建。


图 6.7.6 轮廓弯边特征 2

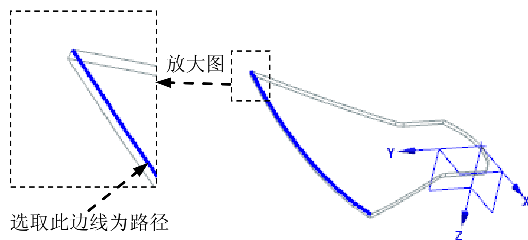


图 6.7.7 选取路径

Step5. 创建图 6.7.9 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 切割(T) → 拉伸(E)... 命令；选取 ZX 平面为草图平面，绘制图 6.7.10 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 贯通 选项，在 结束 下拉列表中选择 贯通 选项，在 布尔 区域的 布尔 下拉列表中选择 求差 选项，在 偏置 区域的下拉列表中选择 两侧 选项，在 开始 文本框中输入数值 0，在 结束 文本框中输入数值 25，单击 < 确定 > 按钮，完成拉伸特征 2 的创建。

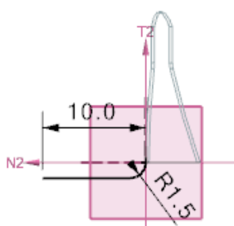
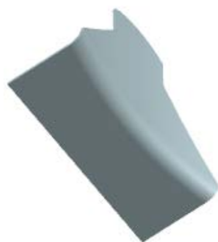


图 6.7.8 截面草图


图 6.7.9 拉伸特征 2

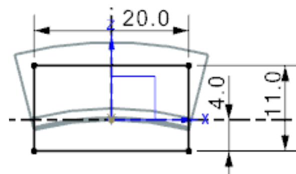


图 6.7.10 截面草图

Step6. 创建图 6.7. 11 所示的法向除料特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 切割(T) → 法向除料(N)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 草图 选项，选取图 6.7.12 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.7.13 所示的截面草图。在 除料属性 区域的 切削方法 下拉列表中选择 厚度 选项，在 限制 下拉列表中选择 贯通 选项。单击 < 确定 > 按钮，完成法向除料特征 1 的创建。


图 6.7.11 法向除料特征 1

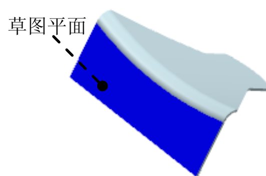


图 6.7.12 草图平面

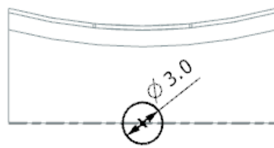


图 6.7.13 截面草图

Step7. 创建图 6.7.14 所示的法向除料特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 切割(T) → 法向除料(N)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 草图 选项，选取图 6.7.15 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.7.16 所示的截面草图。在 除料属性 区域的 切削方法 下拉列表中选择 厚度 选项，在 限制 下拉列表中选择 贯通 选项。单击 < 确定 > 按钮，完成法向除料特征 2 的创建。

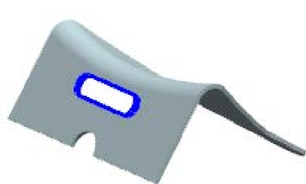


图 6.7.14 法向除料特征 2

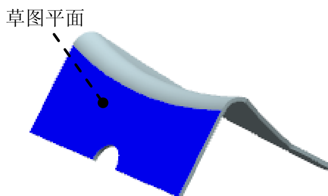


图 6.7.15 草图平面

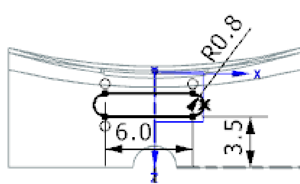


图 6.7.16 截面草图

Step8. 创建图 6.7.17 所示的法向除料特征 3。选择下拉菜单 插入(S) → 切割(T) → 法向除料(N)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 草图 选项，选取 XY 平面为草图平面，绘制图 6.7.18 所示的截面草图。在 除料属性 区域的 切削方法 下拉列表中选择 中位面 选项；在 限制 下拉列表中选择 值 选项，选中该区域的 ☑ 对称深度 复选框，在 深度 文本框中输入数值 20。单击 < 确定 > 按钮，完成法向除料特征 3 的创建。

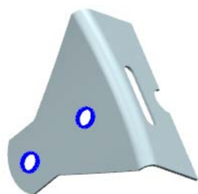


图 6.7.17 法向除料特征 3

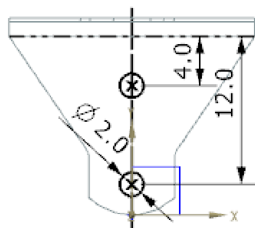


图 6.7.18 截面草图

Step9. 创建图 6.7.19 所示的钣金倒角特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 拐角(O)... → 倒角(B)... 命令；在 倒角属性 区域的 方法 下拉列表中选择 圆角 选项；选取图 6.7.19 所示的 4 条边线，在 半径 文本框中输入数值 1；单击 < 确定 > 按钮，完成钣金倒角特征 1 的创建。

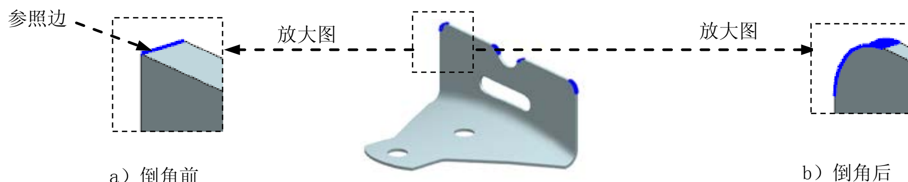


图 6.7.19 钣金倒角特征 1

Step10. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件。

6.8　钣金设计综合应用 2

应用概述:

本应用详细讲解了卷尺挂钩的设计过程，这是一个典型的钣金件，在设计过程中先使用突出块及折弯命令创建出主体形状，然后通过法向除料和凹坑命令完成最终模型。钣金件模型及相应的模型树如图 6.8.1 所示。

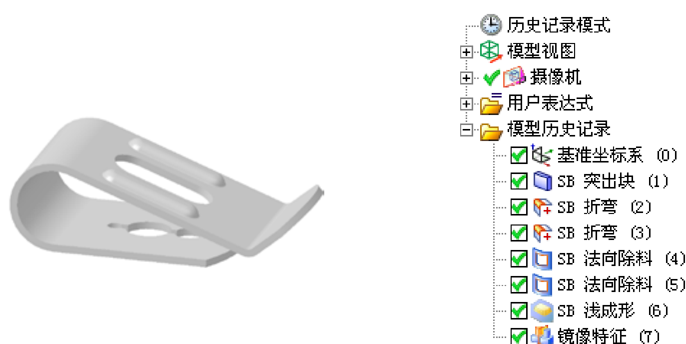


图 6.8.1　钣金件模型及模型树

说明：本应用前面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch06.08\reference\文件下的语音视频讲解文件 roll_ruler_hip-r01.exe。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.08\roll_ruler_hip_ex.prt。

Step2. 创建图 6.8.2 所示的折弯特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 折弯(B)... 命令；选取 XY 平面为草图平面，绘制图 6.8.3 所示的折弯线。在 折弯属性 区域的 角度 文本框中输入数值 60，在 内嵌 下拉列表中选择 外模具线轮廓 选项；在 折弯参数 区域中单击 折弯半径 文本框右侧的 按钮，在系统弹出的快捷菜单中选择 使用本地值 选项，并在 折弯半径 文本框中输入折弯半径值 1；单击 < 确定 > 按钮，完成折弯特征 1 的创建。



图 6.8.2　折弯特征 1

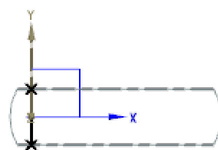


图 6.8.3　折弯线

Step3. 创建图 6.8.4 所示的折弯特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 折弯(B)... 命令；选取 XY 平面为草图平面，绘制图 6.8.5 所示的折弯线；在 折弯属性 区域的 角度 文本框中输入数值 200，在 内嵌 下拉列表中选择 折弯中心线轮廓 选项；在 折弯参数 区域中

单击折弯半径文本框右侧的按钮，在系统弹出的快捷菜单命令中选择使用本地值选项，在折弯半径文本框中输入折弯半径值 5。

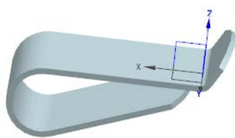


图 6.8.4　折弯特征 2

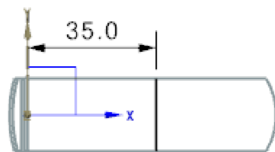


图 6.8.5　折弯线

说明：折弯方向如图 6.8.6 所示，如果折弯方向不符，单击反向后的按钮，再单击反侧后的按钮；也可在图形区直接双击箭头调整折弯方向。

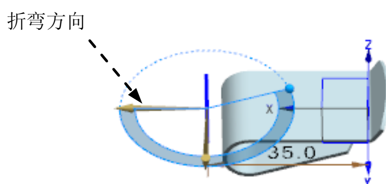


图 6.8.6　折弯方向

Step4. 创建图 6.8.7 所示的法向除料特征 1。选择下拉菜单插入(S) ➡ 切割(T) ➡ 法向除料(N)...命令；在类型区域的下拉列表中选择草图选项，选取图 6.8.8 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.8.9 所示的截面草图；在除料属性区域的切削方法下拉列表中选择厚度选项，在限制下拉列表中选择直至下一个选项。



图 6.8.7　法向除料特征 1

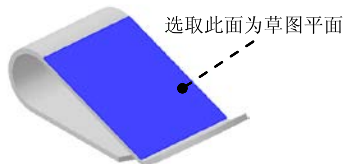


图 6.8.8　草图平面

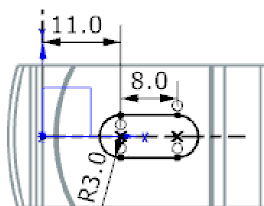


图 6.8.9　除料截面草图

Step5. 创建图 6.8.10 所示的法向除料特征 2。选择下拉菜单插入(S) ➡ 切割(T) ➡ 法向除料(N)...命令；选取图 6.8.11 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.8.12 所示的除料截面草图；在限制下拉列表中选择直至下一个选项，除料方向如图 6.8.10 所示。

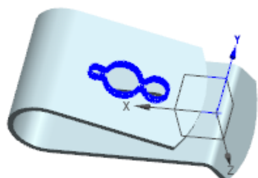


图 6.8.10　法向除料特征 2

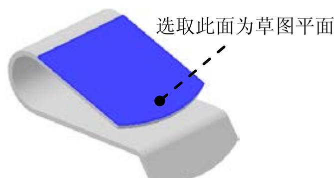


图 6.8.11　定义草图平面

Step6. 创建图 6.8.13 所示的凹坑特征。选择下拉菜单 插入(S) → 冲孔(H) → 凹坑(D)... 命令；选取图 6.8.14 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.8.15 所示的截面草图；在 凹坑属性 区域的 深度 文本框中输入数值 1；在 侧角 文本框中输入数值 3；在 参考深度 下拉列表中选择 内部 选项；在 侧壁 下拉列表中选择 材料外侧 选项，单击 ；在 倒圆 区域中选中 ☑ 圆形凹坑边 复选框，在 凸模半径 文本框中输入数值 0.5，在 凹模半径 文本框中输入数值 0.2，取消选中 ☐ 截面拐角倒圆 复选框。单击 < 确定 > 按钮，完成凹坑特征的创建。

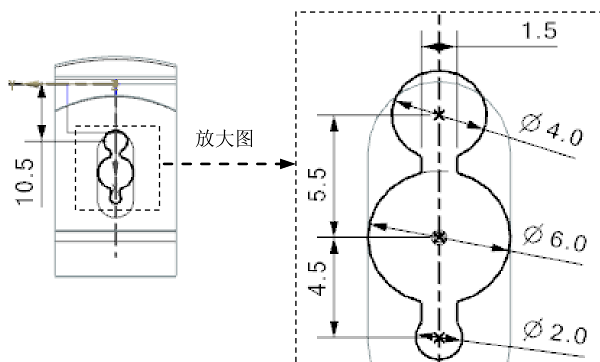


图 6.8.12　截面草图

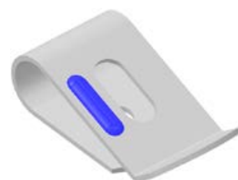


图 6.8.13　凹坑特征

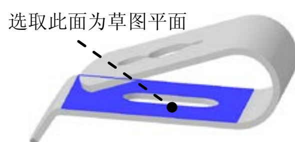


图 6.8.14　定义草图平面

Step7. 创建图 6.8.16b 所示的镜像特征。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 镜像特征(M)... 命令；选取镜像源特征（图 6.8.16a），选取 ZX 基准平面为镜像平面。

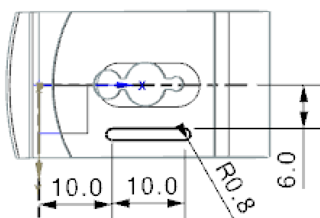
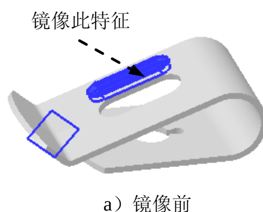
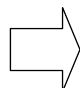
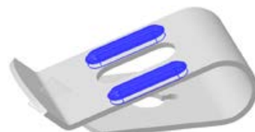


图 6.8.15　截面草图



a）镜像前





b）镜像后

图 6.8.16　镜像特征

Step8. 选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存钣金件模型。

6.9　钣金设计综合应用 3

应用概述：

本例介绍了打印机钣金支架设计过程，通过学习本例可以使读者对钣金的特征弯边、轮廓弯边、折弯、法向除料、凹坑和筋等特征有进一步的了解。其中筋特征的创建比较有创意，值得读者鉴赏学习。钣金零件模型及模型树如图 6.9.1 所示。

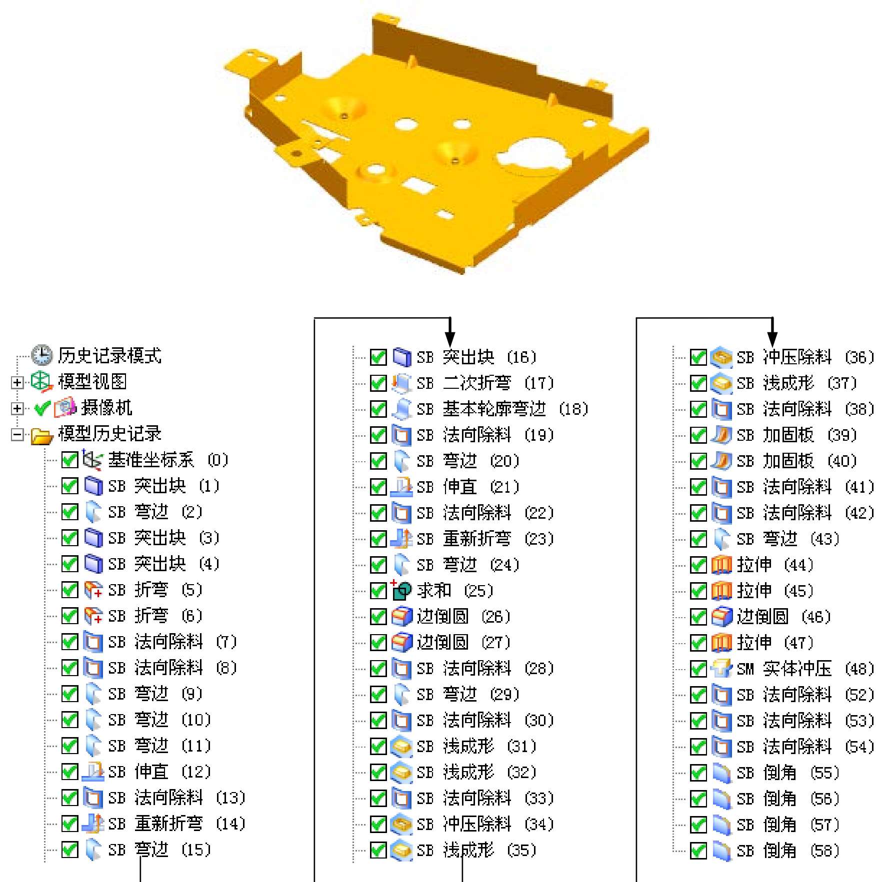


图 6.9.1 零件模型及模型树

说明：本应用前面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch06.09\reference\文件下的语音视频讲解文件 PRINTER_SHEET-r01.exe。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch06.9\PRINTER_SHEET_ex.prt。

Step2. 创建图 6.9.2 所示的弯边特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 弯边(F)... 命令；选取图 6.9.3 所示的模型边线为折弯的附着边。在 宽度选项 下拉列表中选择 完整 选项；在 长度 文本框中输入数值 10，在 角度 文本框中输入数值 90，在 参考长度 下拉列表中选择 内部 选项，在 内嵌 下拉列表中选择 折弯外侧 选项；在 偏置 文本框中输入数值 0；在 折弯参数 区域中单击 折弯半径 文本框右侧的 按钮，在弹出的快捷菜单中选择 使用本地值 选项，然后在 折弯半径 文本框中输入数值 0.1；在 止裂口 区域中的 折弯止裂口 下拉列表中选择 无 选项，在 拐角止裂口 下拉列表中选择 无 选项；单击 按钮，绘制图 6.9.4 所示的弯边截面草图；单击 < 确定 > 按钮，完成弯边特征 1 的创建。

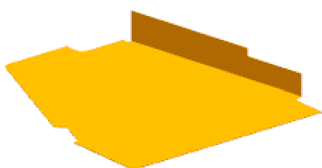


图 6.9.2 弯边特征 1

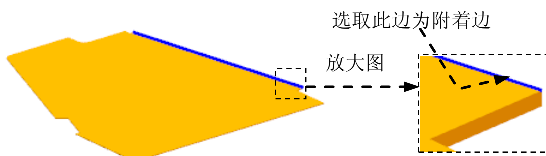


图 6.9.3 定义附着边

Step3. 创建图 6.9.5 所示的突出块特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 突出块(B)... 命令；选取图 6.9.5 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.9.6 所示的截面草图。



图 6.9.4 弯边截面草图

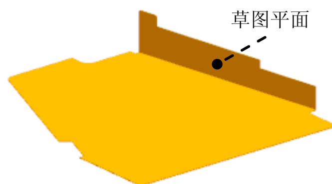


图 6.9.5 突出块特征 2

Step4. 创建图 6.9.7 所示的突出块特征 3。选取图 6.9.6 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.9.8 所示的截面草图，其余操作过程参见 Step2。

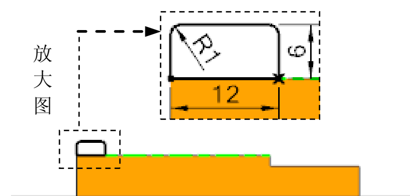


图 6.9.6 截面草图



图 6.9.7 突出块特征 3

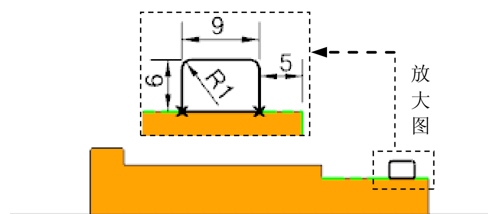


图 6.9.8 截面草图

Step5. 创建图 6.9.9 所示的折弯特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 折弯(N) → 折弯(B)... 命令；选取图 6.9.9 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.9.10 所示的折弯线，在 折弯属性 区域的 角度 文本框中输入数值 90；折弯方向如图 6.9.11 所示，在 内嵌 下拉列表中选择 折弯中心线轮廓 选项；选中 ☑ 延伸截面 复选框；在 折弯参数 区域中单击 折弯半径 文本框右侧的 按钮，在弹出的菜单中选择 使用本地值 选项，在 折弯半径 文本框中输入数值 0.1。

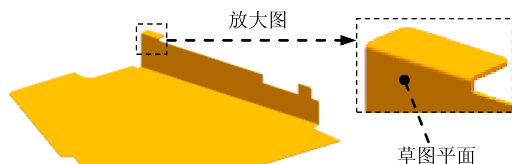


图 6.9.9 折弯特征 1

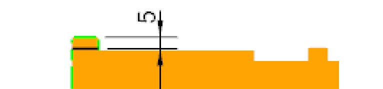


图 6.9.10 绘制折弯线

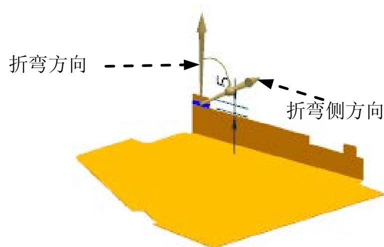


图 6.9.11　折弯方向

Step6. 创建图 6.9.12 所示的折弯特征 2。选取图 6.9.12 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.9.13 所示的折弯线，折弯方向如图 6.9.14 所示；其余操作过程参见 Step5。

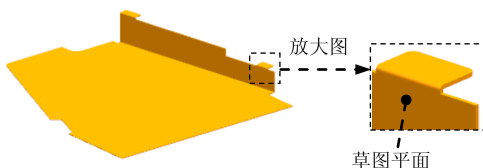


图 6.9.12　折弯特征 2



图 6.9.13　绘制折弯线

Step7. 创建图 6.9.15 所示的法向除料特征 1。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 切割(T) ➡ 法向除料(N)... 命令；选取图 6.9.15 所示的模型表面为草图平面，绘制图 6.9.16 所示的截面草图；在 除料属性 区域的 切削方法 下拉列表中选择 厚度 选项，在 限制 下拉列表中选择 贯通 选项。

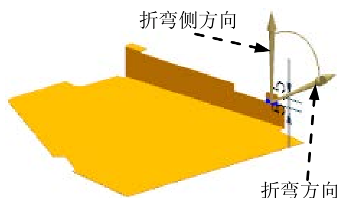


图 6.9.14　折弯方向

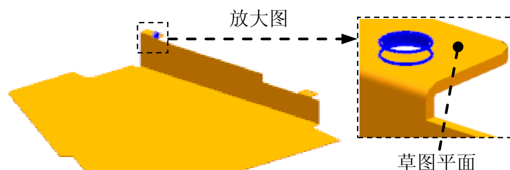


图 6.9.15　法向除料特征 1

Step8. 创建图 6.9.17 所示的法向除料特征 2。选取图 6.9.17 所示的模型表面为草图平面，其余操作过程参见 Step7。

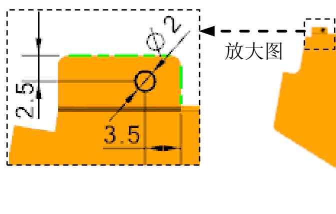


图 6.9.16　截面草图

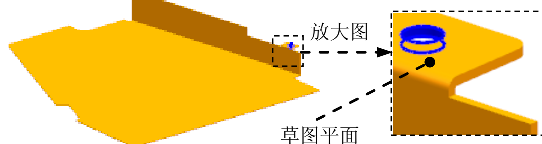


图 6.9.17　法向除料特征 2

Step9. 后面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch06.09\reference\文件下的语音视频讲解文件 PRINTER_SHEET-r02.exe。

第 7 章 产品的装配设计

7.1 装 配 概 述

一个产品（组件）往往是由多个部件组合（装配）而成的，装配模块用来建立部件间的相对位置关系，从而形成复杂的装配体。部件间位置关系的确定主要通过添加约束实现。

一般的 CAD/CAM 软件包括两种装配模式：多组件装配和虚拟装配。多组件装配是一种简单的装配，其原理是将每个组件的信息复制到装配体中，然后将每个组件放到对应的位置。虚拟装配是建立各组件的链接，装配体与组件是一种引用关系。

相对于多组件装配，虚拟装配有明显的优点。

- 虚拟装配中的装配体是引用各组件的信息，而不是复制其本身，因此改动组件时，相应的装配体也自动更新；这样当对组件进行变动时，就不需要对与之相关的装配体进行修改，同时也避免了修改过程中可能出现的错误，提高了效率。
- 虚拟装配中，各组件通过链接应用到装配体中，比复制节省了存储空间。
- 控制部件可以通过引用集的引用，下层部件不需要在装配体中显示，简化了组件的引用，提高了显示速度。

UG NX 10.0 的装配模块具有下面一些特点。

- 利用装配导航器可以清晰地查询、修改和删除组件以及约束。
- 提供了强大的爆炸图工具，可以方便地生成装配体的爆炸图。
- 提供了很强的虚拟装配功能，有效地提高了工作效率。提供了方便的组件定位方法，可以快捷地设置组件间的位置关系。系统提供了八种约束方式，通过对组件添加多个约束，可以准确地把组件装配到位。

相关术语和概念：

装配：是指在装配过程中建立部件之间的相对位置关系，由部件和子装配组成。

组件：在装配中按特定位置和方向使用的部件。组件可以是独立的部件，也可以是由其他较低级别的组件组成的子装配。装配中的每个组件仅包含一个指向其主几何体的指针，在修改组件的几何体时，装配体将随之发生变化。

部件：任何 prt 文件都可以作为部件添加到装配文件中。

工作部件：可以在装配模式下编辑的部件。在装配状态下，一般不能对组件直接进行修改，要修改组件，需要将该组件设为工作部件。部件被编辑后，所作修改的变化会反映到所有引用该部件的组件。

子装配：子装配是在高一级装配中被用作组件的装配，子装配也可以拥有自己的子装配。子装配是相对于引用它的高一级装配来说的，任何一个装配部件可在更高级装配中用作子装配。

引用集：定义在每个组件中的附加信息，其内容包括该组件在装配时显示的信息。每个部件可以有多个引用集，供用户在装配时选用。

7.2　装配环境中的下拉菜单及工具条

装配环境中的下拉菜单中包含进行装配操作的所有命令，而装配工具条包含进行装配操作的常用按钮。工具条中的按钮都能在下拉菜单中找到与其对应的命令，这些按钮是进行装配的主要工具。

新建任意一个文件（如 work.prt）；选择开始下拉菜单中的装配(L)命令，进入装配环境，并显示图 7.2.1 所示的“装配”工具条，如果没有显示，用户可以通过在“定制”对话框中选中☑装配命令，调出“装配”工具条；装配(A)下拉菜单如图 7.2.2 所示。

图 7.2.1 所示“装配”工具条中各选项的说明如下。

A1（查找组件）：该按钮用于查找组件。单击该按钮，系统弹出图 7.2.3 所示的“查找组件”对话框，利用该对话框中的按名称、根据状态、根据属性、从列表和按大小五个选项卡可以查找组件。

A2（打开组件）：该按钮用于打开某一关闭的组件。例如在装配导航器中关闭某组件时，该组件在装配体中消失，此时在装配导航器中选中该组件，单击按钮，组件被打开。

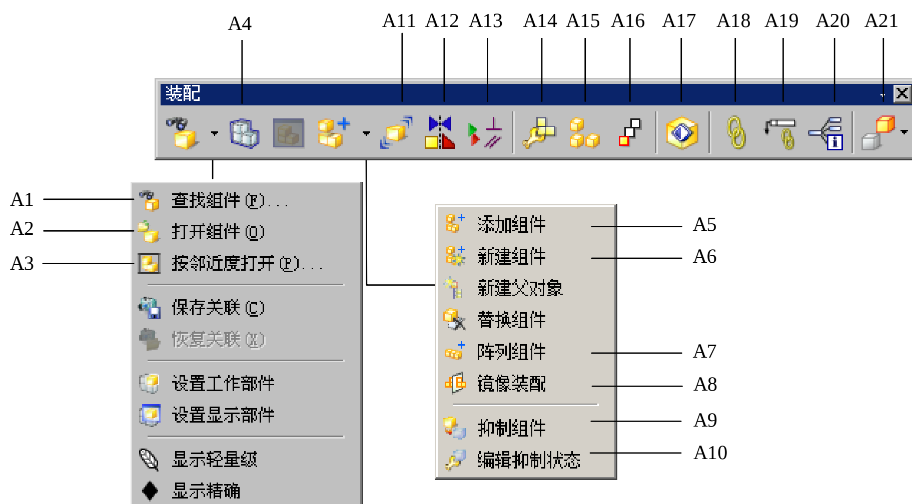


图 7.2.1　“装配”工具条

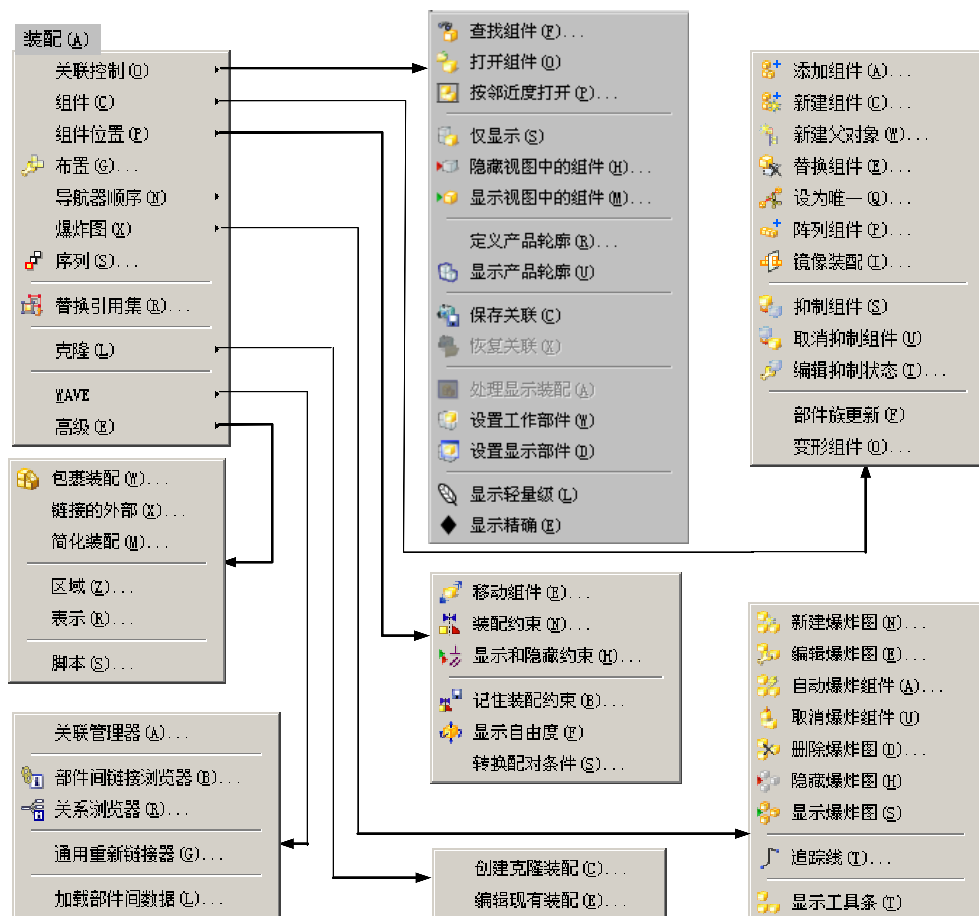


图 7.2.2　“装配”下拉菜单

A3（按邻近度打开）：该按钮用于按相邻度打开一个范围内的所有关闭组件。单击此按钮，系统弹出“类选择”对话框，选择某一组件后，单击 确定 按钮，系统弹出图 7.2.4 所示的“按邻近度打开”对话框。用户在“按邻近度打开”对话框中可以拖动滑块设定范围，图形区中会显示该范围的图形，应用后会打开该范围内的所有关闭组件。

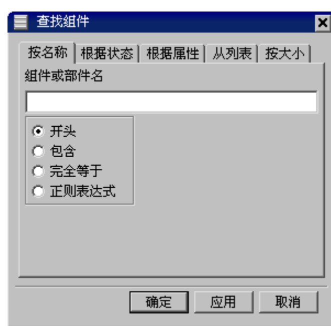


图 7.2.3　“查找组件”对话框

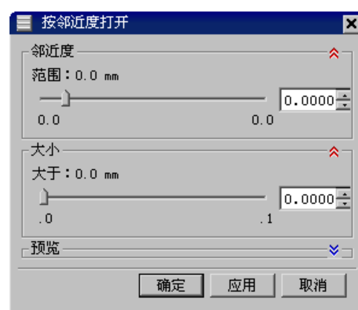


图 7.2.4　“按邻近度打开”对话框

A4（显示产品轮廓）：该按钮用于显示产品轮廓。单击此按钮，显示当前定义的产品轮廓。如果在选择显示产品轮廓选项时没有现有的产品轮廓，系统会弹出一条消息，可以选择是否创建新的产品轮廓。

A5（添加组件）：该按钮用于加入现有的组件。在装配中经常会用到此按钮，其功能是向装配体中添加已存在的组件，添加的组件可以是未载入系统中的部件文件，也可以是已载入系统中的组件。用户可以选择在添加组件的同时定位组件，设定与其他组件的装配约束，也可以不设定装配约束。

A6（新建组件）：该按钮用于创建新的组件，并将其添加到装配中。

A7（阵列组件）：该按钮用于创建组件阵列。

A8（镜像装配）：该按钮用于镜像装配。对于含有很多组件的对称装配，此命令是很有用的，只需要装配一侧的组件，然后进行镜像即可。镜像功能可以对整个装配进行镜像，也可以选择个别组件进行镜像，还可指定要从镜像的装配中排除的组件。

A9（抑制组件）：该按钮用于抑制组件。抑制组件将组件及其子项从显示中移去，但不删除被抑制的组件，它们仍存在于数据库中。

A10（编辑抑制状态）：该按钮用于编辑抑制状态。选择一个或多个组件，单击此按钮，系统弹出“抑制”对话框，其中可以定义所选组件的抑制状态。对于装配有多个布置，或选定组件有多个控制父组件，还可以对所选的不同布置或父组件定义不同的抑制状态。

A11（移动组件）：该按钮用于移动组件。

A12（装配约束）：该按钮用于在装配体中添加装配约束，使各零部件装配到合适的位置。

A13（显示和隐藏约束）：该按钮用于显示和隐藏约束及使用其关系的组件。

A14（装配布置）：该按钮用于编辑排列。单击此按钮，系统弹出“编辑布置”对话框，可以定义装配布置来为部件中的一个或多个组件指定备选位置，并将这些备选位置和部件保存在一起。

A15（爆炸图）：该按钮用于调出“爆炸视图”工具条，然后可以进行创建爆炸图、编辑爆炸图以及删除爆炸图等操作。

A16（装配序列）：该按钮用于查看和更改创建装配的序列。单击此按钮，系统弹出“序列导航器”和“装配序列”工具条。

A17（产品接口）：该按钮用于定义其他部件可以引用的几何体和表达式、设置引用规则并列出引用工作部件的部件。

A18（WAVE 几何链接器）：该按钮用于 WAVE 几何链接器。允许在工作部件中创建关联的或非关联的几何体。

A19（WAVE PMI 连接器）：将 PMI 从一个部件复制到另一个部件，或从一个部件复制到装配中。

A20（关系浏览器）：该按钮用于提供有关部件间链接的图形信息。

A21（间隙分析）：该按钮用于快速分析组件间的干涉，包括软干涉、硬干涉和接触干涉。如果干涉存在，单击此按钮，系统会弹出干涉检查报告。在干涉检查报告中，用户可以选择某一干涉，隔离与之无关的组件。

7.3 装配导航器

为了便于用户管理装配组件，UG NX 10.0 提供了装配导航器功能。装配导航器在一个单独的对话框中以图形的方式显示出部件的装配结构，并提供了在装配中操控组件的快捷方法。可以使用装配导航器选择组件进行各种操作，以及执行装配管理功能，如更改工作部件、更改显示部件、隐藏和不隐藏组件等。

装配导航器将装配结构显示为对象的树型图。每个组件都显示为装配树结构中的一个节点。

7.3.1 功能概述

打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.03\ASSEMBLY.prt；单击用户界面资源工具条区中的“装配导航器”选项卡，显示“装配导航器”窗口。在装配导航器的第一栏，可以方便地查看和编辑装配体和各组件的信息。

1. 装配导航器的按钮

装配导航器的模型树中各部件名称前后有很多图标，不同的图标表示不同的信息。

- ：选中此复选标记，表示组件至少已部分打开且未隐藏。
- ：取消此复选标记，表示组件至少已部分打开，但不可见。不可见的原因可能是由于被隐藏、在不可见的层上或在排除引用集中。单击该复选框，系统将完全显示该组件及其子项，图标变成。
- □：此复选标记表示组件关闭，在装配体中将看不到该组件，该组件的图标将变为（当该组件为非装配或子装配时）或（当该组件为子装配时）。单击该复选框，系统将完全或部分加载组件及其子项，组件在装配体中显示，该图标变成。
- ：此标记表示组件被抑制。不能通过单击该图标编辑组件状态，如果要消除抑

制状态，可右击，从弹出的快捷菜单中选择抑制...命令，在弹出的“抑制”对话框中选择从不抑制单选项，然后进行相应操作。

- ：此标记表示该组件是装配体。
- ：此标记表示装配体中的单个模型。

2．装配导航器的操作

- 装配导航器窗口的操作。
  - ☑ 显示模式控制：通过单击右上角的按钮，可以使装配导航器窗口在浮动和固定之间切换。
  - ☑ 列设置：装配导航器默认的设置只显示几列信息，大多数都被隐藏了。在装配导航器空白区域右键单击，在快捷菜单中选择列，系统会展开所有列选项供用户选择。
- 组件操作。
  - ☑ 选择组件：单击组件的节点，可以选择单个组件。按住 Ctrl 键可以在装配导航器中选择多个组件。如果要选择的组件是相邻的，可以按住 Shift 键单击选择第一个组件和最后一个组件，则这中间的组件全部被选中。
  - ☑ 拖放组件：可在按住鼠标左键的同时选择装配导航器中的一个或多个组件，将它们拖到新位置。松开鼠标左键，目标组件将成为包含该组件的装配体，其按钮也将变为。
  - ☑ 将组件设为工作组件：双击某一组件，可以将该组件设为工作组件，装配体中的非工作组件将变为浅蓝色，此时可以对工作组件进行编辑（这与在图形区域双击某一组件的效果是一样的）。要取消工作组件状态，只需在根节点处双击即可。

7.3.2　预览面板和相依性面板

1．预览面板

在“装配导航器”窗口中单击预览标题栏，可展开或折叠面板。选择装配导航器中的组件，可以在预览面板中查看该组件的预览预览。添加新组件时，如果该组件已加载到系统中，预览面板也会显示该组件的预览。

2．相依性面板

在“装配导航器”窗口中单击相依性标题栏，可展开或折叠面板。选择装配导航器中的组件，可以在相依性面板中查看该组件的相关性关系。

在相依性面板中，每个装配组件下都有两个文件夹：子级和父级。以选中组件为基础组件，定位其他组件时所建立的约束和配对对象属于子级；以其他组件为基础组件，定位选中的组件时所建立的约束和配对对象属于父级。单击“局部放大图”按钮，系统详细列出了其中所有的约束条件和配对对象。

7.4 组件的装配约束说明

配对条件用于在装配中定位组件，可以指定一个部件相对于装配体中另一个部件（或特征）的放置方式和位置。例如，可以指定一个螺栓的圆柱面与一个螺母的内圆柱面共轴。UG NX 10.0 中配对条件的类型包括配对、对齐和中心等。每个组件都有唯一的配对条件，这个配对条件由一个或多个约束组成。每个约束都会限制组件在装配体中的一个或几个自由度，从而确定组件的位置。用户可以在添加组件的过程中添加配对条件，也可以在添加完成后添加约束。如果组件的自由度被全部限制，可称为完全约束；如果组件的自由度没有被全部限制，则称为欠约束。

7.4.1 “装配约束”对话框

在 UG NX 10.0 中，配对条件是通过“装配约束”对话框中的操作来实现的，下面对“配对条件”对话框进行介绍。

选择下拉菜单 装配(A) → 组件位置(P) → 装配约束(N)... 命令，系统弹出图 7.4.1 所示的“装配约束”对话框。“装配约束”对话框中主要包括三个区域：“类型”区域、“要约束的几何体”区域和“设置”区域。

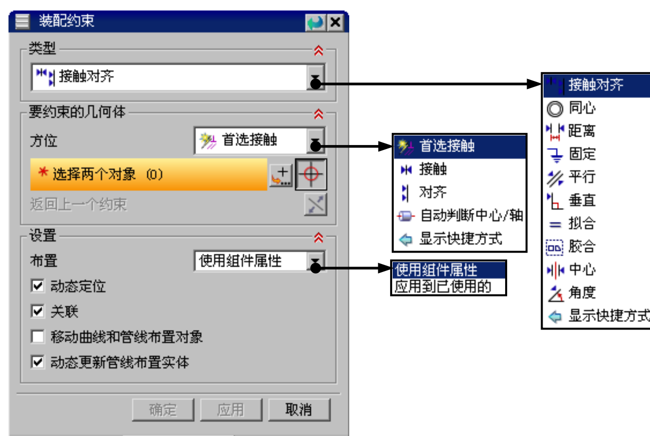


图 7.4.1 “装配约束”对话框

图 7.4.1 所示“装配约束”对话框的类型区域中各约束类型按钮的说明如下。

- 接触对齐：该约束用于两个组件，使其彼此接触或对齐。当选择该选项后，要约束的几何体区域的方位下拉列表中出现四个选项：
  - ☑ 首选接触：若选择该选项，则当接触和对齐都可能时显示接触约束（在大多数模型中，接触约束比对齐约束更常用）；当接触约束过度约束装配时，将显示对齐约束。
  - ☑ 接触：若选择该选项，则约束对象的曲面法向在相反方向上。
  - ☑ 对齐：若选择该选项，则约束对象的曲面法向在相同方向上。
  - ☑ 自动判断中心/轴：该选项主要用于定义两圆柱面、两圆锥面或圆柱面与圆锥面同轴约束。
- 同心：该约束用于定义两个组件的圆形边界或椭圆边界的中心重合，并使边界的面共面。
- 距离：该约束用于设定两个接触对象间的最小 3D 距离。选择该选项，并选定接触对象后，距离区域的距离文本框被激活，可以直接输入数值。
- 固定：该约束用于将组件固定在其当前位置，一般用在第一个装配元件上。
- 平行：该约束用于使两个目标对象的矢量方向平行。
- 垂直：该约束用于使两个目标对象的矢量方向垂直。
- 拟合：该约束用于定义将半径相等的两个圆柱面拟合在一起。此约束对确定孔中销或螺栓的位置很有用。如果以后半径变为不等，则该约束无效。
- 胶合：该约束用于将组件“焊接”在一起。
- 中心：该约束用于使一对对象之间的一个或两个对象居中，或使一对对象沿另一个对象居中。当选取该选项时，要约束的几何体区域的子类型下拉列表中出现三个选项：
  - ☑ 1 对 2：该选项用于定义在后两个所选对象之间使第一个所选对象居中。
  - ☑ 2 对 1：该选项用于定义将两个所选对象沿第三个所选对象居中。
  - ☑ 2 对 2：该选项用于定义将两个所选对象在其他两个所选对象之间居中。
- 角度：该约束用于约束两对象间的旋转角。选取角度约束后，要约束的几何体区域的子类型下拉列表中出现两个选项：
  - ☑ 3D 角：该选项用于约束需要“源”几何体和“目标”几何体。不指定旋转轴；可以任意选择满足指定几何体之间角度的位置。
  - ☑ 方向角度：该选项用于约束需要“源”几何体和“目标”几何体，还特别需要一个定义旋转轴的预先约束，否则创建定位角约束失败。为此，希望尽可能创建 3D 角度约束，而不创建方向角度约束。

7.4.2 “接触”约束

“接触对齐”约束可使两个装配部件中的两个平面（图 7.4.2a）重合并且朝向相同方向，如图 7.4.2b 所示；同样，“接触约束”也可以使其他对象对齐（相应的模型在 D:\ug10pd\work\ch07.04.02 中可以找到）。

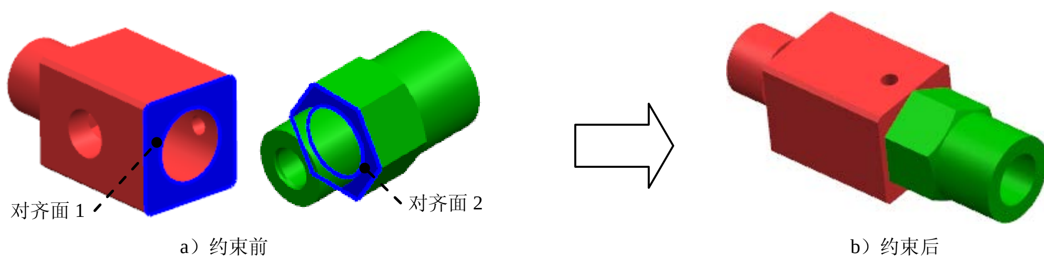


图 7.4.2 “接触对齐”约束

7.4.3 “中心”约束

“中心”约束可使两个装配部件中的两个旋转面的轴线重合。如图 7.4.3 所示（相应的模型在 D:\ug10pd\work\ch07.04.03 中可以找到）。

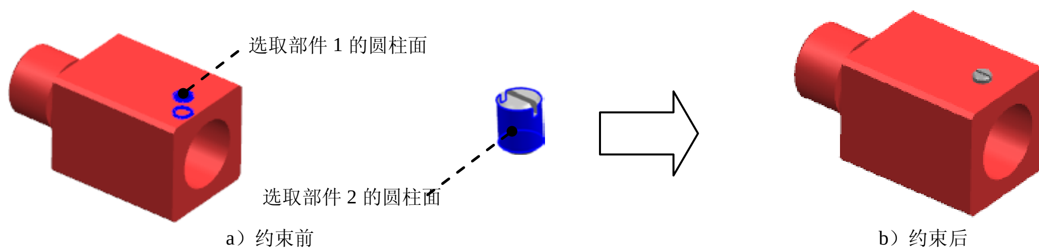


图 7.4.3 “中心”约束

注意：两个旋转曲面的直径不要求相等。当轴线选取无效或不方便选取时，可以用此约束。

7.4.4 “角度”约束

“角度”约束可使两个装配部件中的两个平面或实体以固定角度约束，如图 7.4.4 所示（相应的模型在 D:\ug10pd\work\ch07.04.04 中可以找到）。

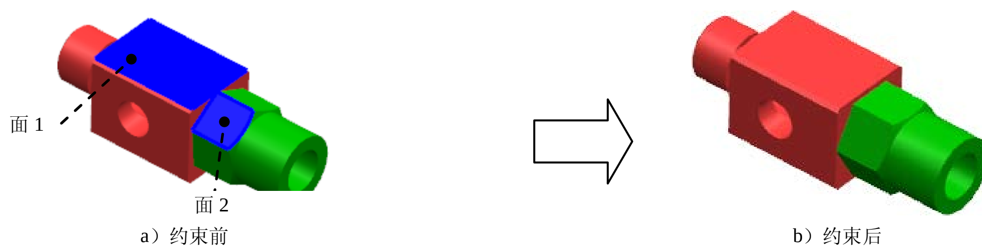
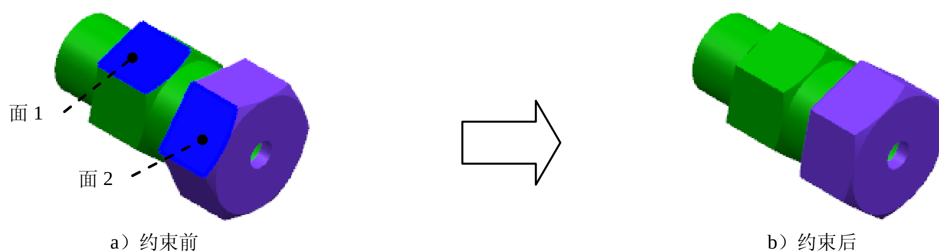


图 7.4.4 “角度”约束

7.4.5　“平行”约束

“平行”约束可使两个装配部件中的两个平面进行平行约束，如图 7.4.5 所示（相应的模型在 D:\ug10pd\work\ch07.04.05 中可以找到）。

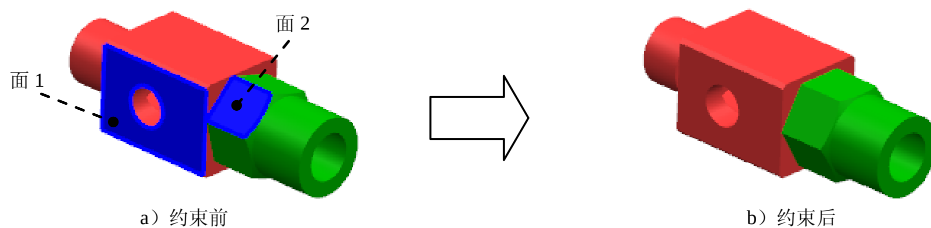


a）约束前　　b）约束后

图 7.4.5　“平行”约束

7.4.6　“垂直”约束

“垂直”约束可使两个装配部件中的两个平面进行平行约束，如图 7.4.6 所示（相应的模型在 D:\ug10pd\work\ch07.04.06 中可以找到）。

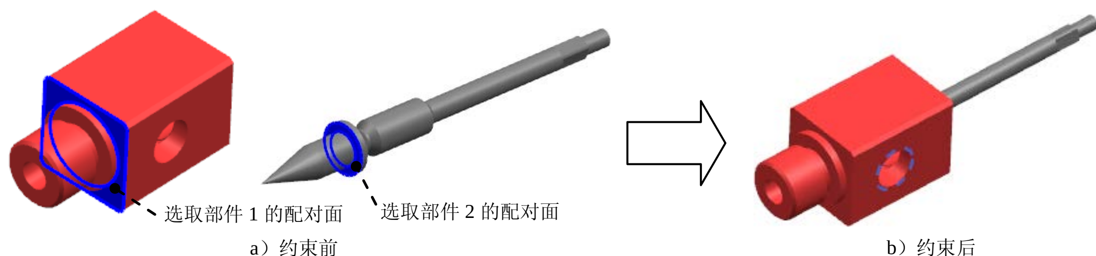


a）约束前　　b）约束后

图 7.4.6　“垂直”约束

7.4.7　“距离”约束

“距离”约束可使两个装配部件中的两个平面保持一定的距离，可以直接输入距离值，如图 7.4.7 所示（相应的模型在 D:\ug10pd\work\ch07.04.07 中可以找到）。



a）约束前　　b）约束后

图 7.4.7　“距离”约束

7.4.8 “固定”约束

“固定”约束可使选定的部件在装配环境中保持固定状态，一般应用于装配开始的第一个零件或不能够移动的部件。

7.5 装配的一般过程

7.5.1 概述

部件的装配一般有两种基本方式：自底向上装配和自顶向下装配。如果首先设计好全部部件，然后将部件作为组件添加到装配体中，则称之为自底向上装配；如果首先设计好装配体模型，然后在装配体中创建组件模型，最后生成部件模型，则称之为自顶向下装配。

UG NX 10.0 提供了自底向上和自顶向下装配功能，并且两种方法可以混合使用。自底向上装配是一种常用的装配模式，本书主要介绍自底向上装配。

下面以两个轴类部件为例，说明自底向上创建装配体的一般过程。

7.5.2 添加第一个部件

Step1. 新建文件，单击 → 装配，在 名称 后面的文本框中输入 ASSEMBLY_PROCESS，在 文件夹 后面的文本框中输入 D:\ug10pd\work\ch07.05，单击 确定 按钮。系统弹出图 7.5.1 所示的“添加组件”对话框。

Step2. 添加第一个部件。在“添加组件”对话框中单击按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.05\TRANSMISSION_SHAFT.prt，然后单击 OK 按钮。

Step3. 定义放置定位。在“添加组件”对话框 放置 区域的 定位 下拉列表中选取 绝对原点 选项，单击 应用 按钮。

Step4. 传送轴模型 TRANSMISSION_SHAFT 被添加到 ASSEMBLY_PROCESS 中。

关于“添加组件”对话框的说明如下。

- 在“添加组件”对话框中，系统提供了两种添加方式：一种是按照 Step3 中的方法，可以选择没有载入 UG NX 10.0 系统中的文件，由用户从硬盘中选择；另一种方式是选择已载入的部件，在对话框中列出了所有已载入的部件，可以直接选取。
- 部件 区域中是已经加载的部件、最近访问的部件和选择的部件。
  - ☑ 已加载的部件：此文本框中的部件是已经加载到此软件中的部件。
  - ☑ 最近访问的部件：此文本框中的部件是在装配模式下此软件最近访问过的部

件。

- ☑ ：可以从硬盘中选取要装配的部件。
- ☑ 重复：是指把同一零件（部件）多次装配到装配体中。
- ☑ 数量：在此文本框中输入重复装配部件的个数。

● 放置：指部件在装配体中的定位。

- ☑ 定位：指部件放置在装配体中的具体位置。
- ☑ 定位下拉列表：该下拉列表中包含四个选项：绝对原点、选择原点、通过约束和移动。绝对原点是指在绝对坐标系下对载入部件进行定位，如果需要添加约束，可以在添加组件完成后设定；选择原点是指在坐标系中给出一定点位置对部件进行定位；通过约束是指把添加组件和添加约束放在一个命令中进行，选择该选项后，新加的组件会直接根据设定的约束定位到装配体中；移动是指重新指定载入部件的位置。

● 复制：可以将选中的部件在装配体中复制多个相同部件或创建此部件的阵列特征。

- ☑ 多重添加下拉列表：该下拉列表中包含无、添加后重复和添加后创建阵列选项。
- ☑ 添加后创建阵列是指添加此部件后再排列此部件。
- ☑ 添加后重复是指添加此部件后再重复添加此部件。

● 设置：此区域是设置部件的名称、引用集、图层选项。

- ☑ 名称：文本框中可以更改部件的名称。
- ☑ 引用集下拉列表：该下拉列表包括空、模型和整个部件。
- ☑ 图层选项下拉列表：该下拉列表中包含原始的、工作的和按指定的三个选项。原始的是指将新部件放到设计时所在的层；工作的是将新部件放到当前工作层；按指定的是指将载入部件放入指定的层中，选择按指定的选项后，其下方的图层文本框被激活，可以输入图层名。

● 预览复选框：选中此复选框，单击“应用”按钮后，系统会自动弹出选中部件的“组建预览”窗口。

7.5.3 添加第二个部件

Step1. 添加第二个部件。在“添加组件”对话框中单击按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.05/CONE_GEAR.prt，单击 OK 按钮。系统弹出“添加组件”对话框。

Step2. 定义放置定位。在“添加组件”对话框放置区域的定位下拉列表中选取通过约束选项，选中预览区域的☑ 预览复选框，单击应用按钮。此时系统弹出图 7.5.2 所示的“装配约束”对话框和图 7.5.3 所示的“组件预览”窗口。

说明：在图 7.5.3 所示的“组件预览”窗口中可单独对要装入的部件进行缩放、旋转和平移，这样就可以将要装配的部件调整到方便选取装配约束参照的位置。

Step3. 添加“自动判断中心/轴”约束。在“装配约束”对话框的类型下拉列表中选择接触对齐选项，在要约束的几何体区域的方位下拉列表中选择自动判断中心/轴选项；在“组件预览”窗口中选取图 7.5.4 所示的圆柱面 1，然后在主窗口中选取图 7.5.4 所示的圆柱面 2。单击应用按钮，结果如图 7.5.5 所示。

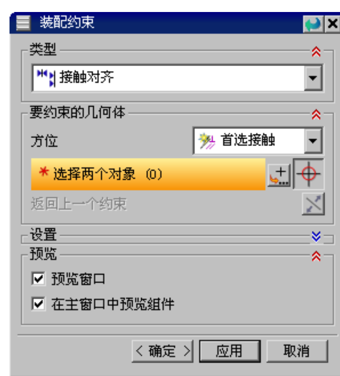


图 7.5.2 “装配约束”对话框

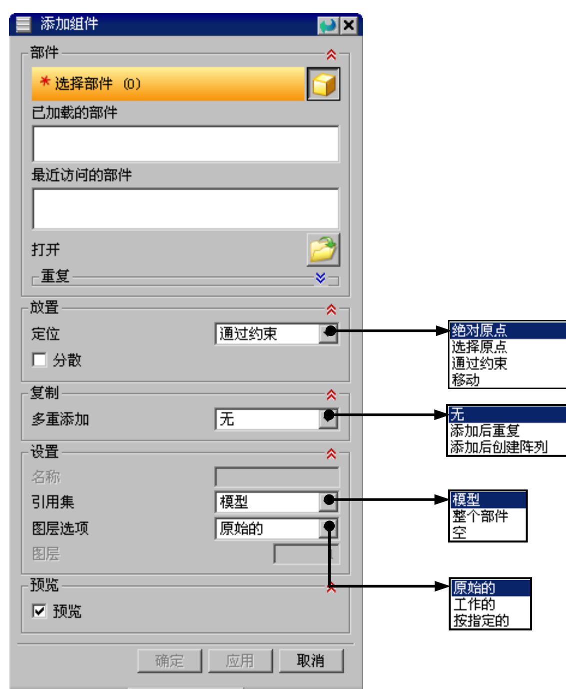


图 7.5.1 “添加组件”对话框

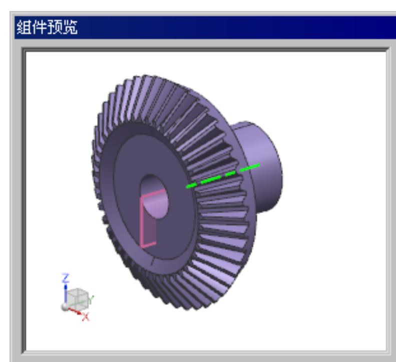
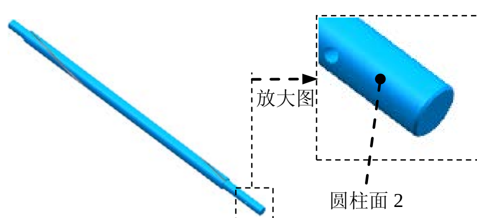


图 7.5.3 “组件预览”窗口



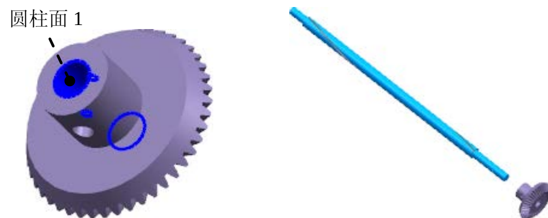


图 7.5.4 选取配对面

图 7.5.5 配对结果

Step4. 添加“自动判断中心/轴”约束。在“装配约束”对话框要约束的几何体区域的方位下拉列表中选择自动判断中心/轴选项，然后在“组件预览”窗口中选取图 7.5.6 所示的圆柱面 1，在主窗口中选取圆柱面 2，单击应用按钮，结果如图 7.5.7 所示。

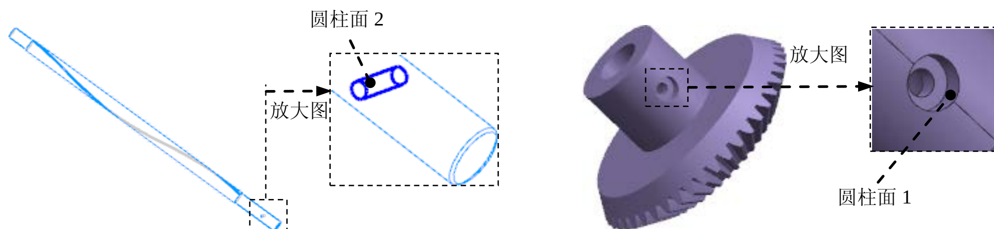


图 7.5.6　选取配对面



图 7.5.7　配对结果

7.5.4　引用集

在虚拟装配时，一般并不希望将每个组件的所有信息都引用到装配体中，通常只需要部件的实体图形，而很多部件还包含了基准平面、基准轴和草图等其他不需要的信息，这些信息会占用很大的内存空间，也会给装配带来不必要的麻烦。因此，UG NX 10.0 允许用户根据需要选取一部分几何对象作为该组件的代表参加装配，这就是引用集的作用。

用户创建的每个组件都包含默认的引用集，默认的引用集有三种：MODEL、空和整个部件。此外，用户可以修改和创建引用集，选择 格式(R) → 引用集(R)... 命令，系统弹出图 7.5.8 所示的“引用集”对话框，其中提供了对引用集进行创建、删除和编辑的功能。

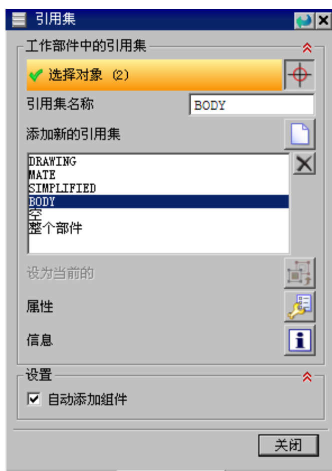


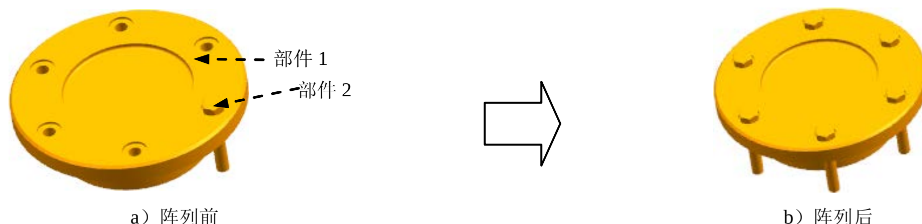
图 7.5.8　“引用集”对话框

7.6 部件的阵列

与零件模型中的特征阵列一样，在装配体中，也可以对部件进行阵列。部件阵列的类型主要包括“参考”阵列、“线性”阵列和“圆形”阵列。

7.6.1 部件的“参考”阵列

如图 7.6.1 所示，部件的“参考”阵列是以装配体中某一零件中的特征阵列为参照来进行部件的阵列。如图 7.6.1b 中的六个螺钉阵列，是参照装配体中部件 1 上的六个阵列孔进行创建的。所以在创建“参考”之前，应提前在装配体的某个零件中创建某一特征的阵列，该特征阵列将作为部件阵列的参照。



a）阵列前　　b）阵列后

图 7.6.1 部件阵列

下面以图 7.6.1 所示为例说明“参考”阵列的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.06.01\CITE_ARRAY.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 阵列组件(P)... 命令，系统弹出“阵列组件”对话框。

Step3. 选择要进行阵列的部件。选择部件 2。

Step4. 定义阵列方式。在“阵列组件”对话框 阵列定义 区域的 布局 下拉列表中选中 参考 选项，单击 确定 按钮，系统自动创建如图 7.6.1b 所示的部件阵列。

说明：如果修改阵列中的某一个部件，系统会自动修改阵列中的每一个部件。

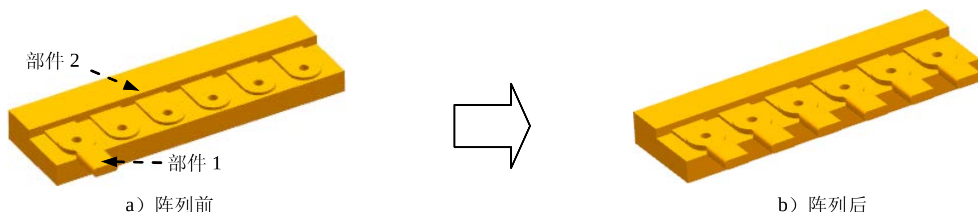
7.6.2 部件的“线性”阵列

部件的“线性”阵列是使用装配中的约束尺寸创建阵列，所以只有使用像“配对”“对齐”“偏距”这样的约束类型才能创建部件的“线性”阵列。下面以图 7.6.2 为例来说明线性阵列的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.06.02\LINE_ARRAY.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 阵列组件(P)... 命令，系统

弹出“阵列组件”对话框。



a）阵列前　　b）阵列后

图 7.6.2　部件“线性”阵列

Step3. 选取阵列对象。在图形区选取部件 1 为阵列对象。

Step4. 定义阵列方式。在“阵列组件”对话框 阵列定义 区域的 布局 下拉列表中选中 线性 选项。

Step5. 定义阵列方向。在“阵列组件”对话框的 方向 1 区域中确认 指定矢量 处于激活状态，然后选取图 7.6.3 所示的部件 2 的边线。

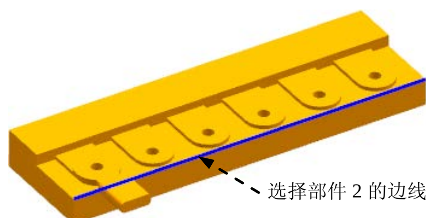


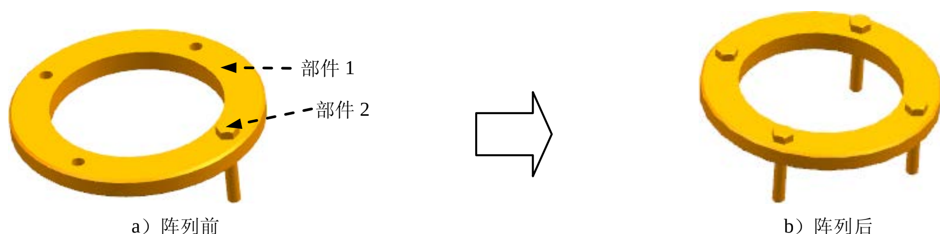
图 7.6.3　定义方向

Step6. 设置阵列参数。在“阵列组件”对话框 方向 1 区域的 间距 下拉列表中选择 数量和节距，在 数量 文本框中输入值 6.0，在 节距 文本框中输入值-15.0。

Step7. 单击 确定 按钮，完成部件的阵列。

7.6.3　部件的“圆形”阵列

部件的“圆形”阵列是使用装配中的中心对齐约束创建阵列，所以只有使用像“中心”这样的约束类型才能创建部件的“圆形”阵列。下面以图 7.6.4 为例，来说明“圆形”阵列的一般操作过程。



a）阵列前　　b）阵列后

图 7.6.4　部件“圆形”阵列

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.06.03\CIRCLE_ARRAY.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 阵列组件(E)... 命令，系统弹出“阵列组件”对话框。

Step3. 选取阵列对象。在图形区选取部件 2 为阵列对象。

Step4. 定义阵列方式。在“阵列组件”对话框 阵列定义 区域的 布局 下拉列表中选中 圆形 选项。

Step5. 定义阵列方向。在“阵列组件”对话框的 旋转轴 区域中确认 * 指定矢量 处于激活状态，然后选取图 7.6.5 所示的部件 1 的边线。

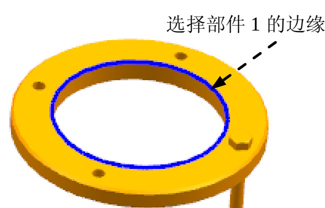


图 7.6.5　定义轴

Step6. 设置阵列参数。在“阵列组件”对话框 方向 1 区域中的 间距 下拉列表中选择 数量和节距，在 数量 文本框中输入值 4，在 节距角 文本框中输入值 90.0。

Step7. 单击 确定 按钮，完成部件圆形阵列的操作。

7.7　编辑装配体中的部件

装配体完成后，可以对该装配体中的任何部件（包括零件和子装配件）进行特征建模、修改尺寸等编辑操作。编辑装配体中部件的一般操作过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.07\EDIT_ASSEMBLY.prt。

注意：定义工作部件。图 7.7.1 所示工作组件 FIX_BOTTOM.prt 为要编辑的组件（如果编辑的部件不是固定在绝对原点上，则双击该组件，将该组件设为工作组件）。

Step2. 选择命令。单击 选项卡，右击部件导航器中的 沉头孔 (15)，选择 可回滚编辑... 命令，系统弹出“孔”对话框，在该对话框中将 沉头深度 修改为 14。

Step3. 单击 < 确定 > 按钮，完成特征的编辑，完成如图 7.7.2 所示。

Step4. 在装配导航器中双击 EDIT_ASSEMBLY 节点，使其成为工作部件，然后观察组件编辑后的状态。


图 7.7.1　设置工作组件

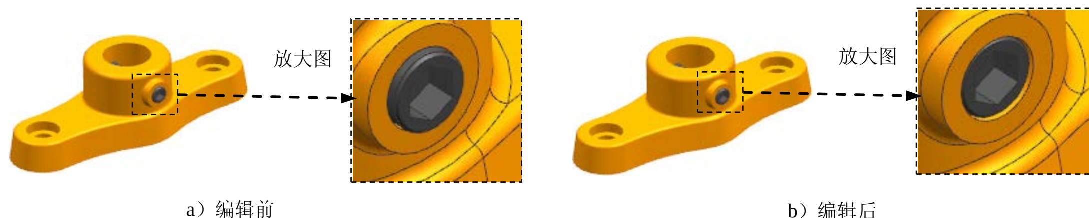


图 7.7.2　编辑部件

7.8 爆　炸　图

爆炸图是指在同一幅图里，把装配体的组件拆分开，使各组件之间分开一定的距离，以便观察装配体中的每个组件，清楚地反映装配体的结构。UG 具有强大的爆炸图功能，用户可以方便地建立、编辑和删除一个或多个爆炸图。

7.8.1 爆炸图工具条

打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.08.01\EXPLOSION.prt。

选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 显示工具条(T) 命令，系统显示“爆炸图”工具条，如图 7.8.1 所示。工具条中没有显示的按钮，可以通过下面的方法调出：单击右上角的 按钮，在其下方弹出 添加或移除按钮 按钮，将鼠标指针指到该按钮上，会显示 爆炸视图 添加项，其中包含所有供用户选择的按钮。

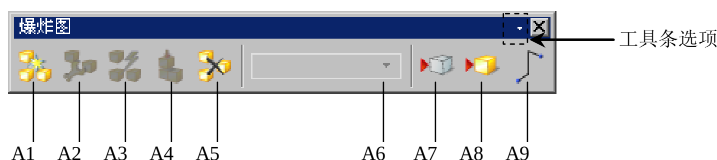


图 7.8.1 “爆炸图”工具条

利用该工具条，用户可以方便地创建、编辑爆炸图，便于在爆炸图与无爆炸图之间切换。

图 7.8.1 所示的“爆炸图”工具条中的按钮功能说明如下。

A1（新建爆炸图）：如果当前显示的不是一个爆炸图，单击此按钮，系统弹出“创建爆炸”对话框，输入爆炸图名称后单击 确定 按钮，系统创建一个爆炸图；如果当前显示的是一个爆炸图，单击此按钮，弹出的“创建爆炸”对话框会询问是否将当前爆炸图复制到新的爆炸图里。

A2（编辑爆炸图）：单击此按钮，系统弹出“编辑爆炸图”对话框，用户可以指定组件，然后自由移动该组件，或者设定移动的方式和距离。

A3（自动爆炸组件）：利用此按钮可以指定一个或多个组件，使其按照设定的距离自动爆炸。单击此按钮，弹出“类选择”对话框，选择组件后单击 确定 按钮，提示用户指定组件间距，自动爆炸将按照默认的方向和设定的距离生成爆炸图。

A4（取消爆炸组件）：该按钮用于不爆炸组件，此命令和自动爆炸组件刚好相反，操作也基本相同，只是不需要指定数值。

A5（删除爆炸图）：单击该按钮，系统会列出当前装配体的所有爆炸图，选择需要删除的爆炸图后单击 确定 按钮，即可删除。

A6：该下拉列表显示了爆炸图名称，可以在其中选择某个名称。用户利用此下拉列表，可以方便地在各爆炸图以及无爆炸图状态之间切换。

A7（隐藏视图中的组件）：单击此按钮，弹出“类选择”对话框，选择需要隐藏的组件并执行后，该组件被隐藏。

A8（显示视图中的组件）：此命令与隐藏组件刚好相反。如果图中有被隐藏的组件，单击此按钮后，系统会列出所有隐藏的组件，用户选择后，单击 确定 按钮即可恢复组件显示。

A9（追踪线）：该命令可以使组件沿着设定的引导线爆炸。

以上按钮与下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) 中的命令相对应。

7.8.2　新建/删除爆炸图

1．新建爆炸图

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.08.01\EXPLOSION.prt。

Step2．选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 新建爆炸图(N)... 命令，系统弹出图 7.8.2 所示的“新建爆炸图”对话框（一）。

Step3．创建爆炸图。在 名称 文本框处可以输入爆炸图的名称，接受系统默认的名称 Explosion 1，然后单击 确定 按钮，完成爆炸图的创建。

创建爆炸图后，视图切换到刚刚建立的爆炸图，爆炸图工具条中的以下项目被激活：“编辑爆炸图”按钮、“自动爆炸组件”按钮、“取消爆炸组件”按钮和“工作视图爆炸”下拉列表 Explosion 1。

2．删除爆炸图

Step1．在“工作视图爆炸”下拉列表的 Explosion 1 中选择（无爆炸）选项。

Step2．选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 删除爆炸图(D)... 命令，系统会列出所有爆炸图，选择要删除的爆炸图，单击 确定 按钮。

关于创建与删除爆炸图的说明：

- 如果用户在一个已存在的爆炸图下创建新的爆炸图，系统会弹出图 7.8.3 所示的“新建爆炸图”对话框（二），提示用户是否将已存在的爆炸图复制到新建的爆炸图，单击 是(Y) 按钮后，新建立的爆炸图和原爆炸图完全一样；如果希望建立新的爆炸图，可以切换到无爆炸图，然后进行创建即可。
- 可以根据实际需要，参照上述的操作方法建立多个爆炸图。
- 要删除爆炸图，可以选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 删除爆炸图(D)... 命

令，系统会弹出图 7.8.4 所示的“爆炸图”对话框。选择要删除的爆炸图，单击 确定 按钮即可。如果所要删除的爆炸图正在当前视图中显示，系统会弹出图 7.8.5 所示的“删除爆炸图”对话框，提示爆炸图不能删除。

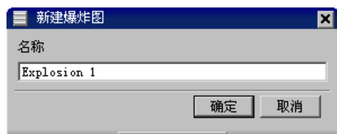


图 7.8.2　“新建爆炸图”对话框（一）

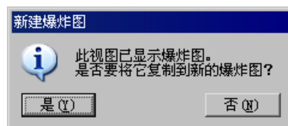


图 7.8.3　“新建爆炸图”对话框（二）



图 7.8.4　“爆炸图”对话框

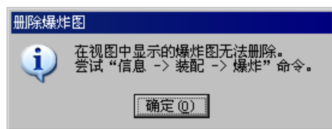


图 7.8.5　“删除爆炸图”对话框

7.8.3　编辑爆炸图

爆炸图创建完成后，创建的结果是产生了一个待编辑的爆炸图，在主窗口中的图形并没有发生变化，爆炸图编辑工具被激活，可以编辑爆炸图。

1．自动爆炸

自动爆炸只需要用户输入很少的内容，就能快速生成爆炸图（图 7.8.6）。

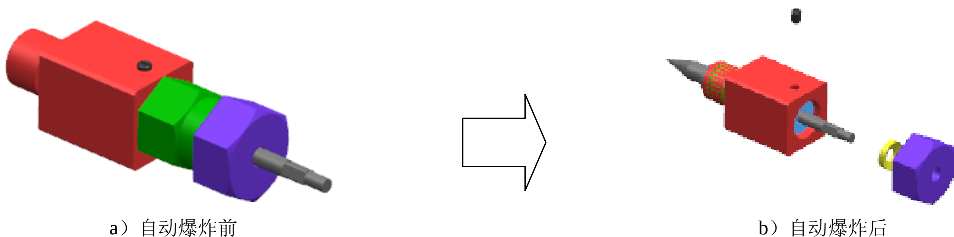


图 7.8.6　自动爆炸

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.08.01\EXPLOSION.prt，按照上一节的步骤创建一个爆炸图。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 自动爆炸组件(A)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。

Step3. 选择爆炸组件。选择图中所有组件，单击 确定 按钮，系统弹出“自动爆炸组件”对话框。

Step4. 在 距离 文本框中输入数值 50，单击 确定 按钮，系统会立即生成该组件的爆炸

图，如图 7.8.6b 所示。

关于自动爆炸组件的说明：

- 自动爆炸组件可以同时选择多个对象，如果将整个装配体选中，可以直接获得整个装配体的爆炸图。
- “取消爆炸组件”的功能刚好与“自动爆炸组件”相反，因此可以将两个功能放在一起记忆。选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 取消爆炸组件(U) 命令，弹出“类选择”窗口。选择要爆炸的组件后单击 确定 按钮，选中的组件自动回到爆炸前的位置。

2. 编辑爆炸图

自动爆炸并不能总是得到满意的效果，因此系统提供了编辑爆炸图功能。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.08.02\EDIT_EXPLOSION.prt，按照上一节的步骤创建自动爆炸图。

Step2. 选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 编辑爆炸图(E)... 命令。

Step3. 选择要移动的组件。在弹出的“编辑爆炸图”对话框中，选中 ⊙ 选择对象 单选项，选取图 7.8.7 所示的轴模型。

Step4. 移动组件。选中 ⊙ 移动对象 单选项，显示移动手柄，如图 7.8.7 所示；单击手柄上的箭头（图 7.8.7），在 距离 文本框中输入距离值 110；在“编辑爆炸图”对话框中单击 确定 按钮，结果如图 7.8.8 所示。

说明：单击图 7.8.7 所示两箭头间的圆点时，对话框中的 角度 文本框被激活，供用户输入角度值，旋转的方向沿第三个手柄，符合右手定则，也可以直接用左键按住箭头或圆点，移动鼠标实现手工拖动。

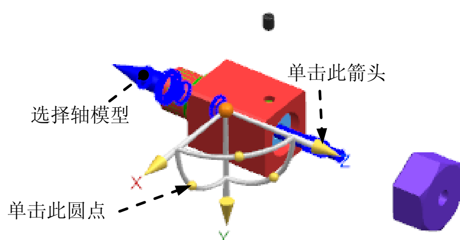


图 7.8.7 编辑轴模型

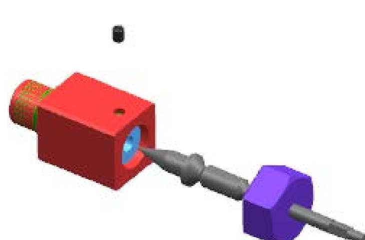


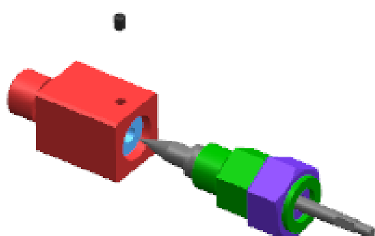
图 7.8.8 编辑结果图 1

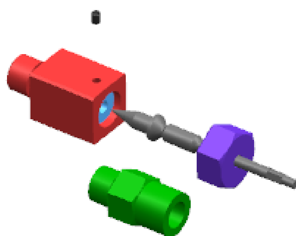
Step5. 编辑 VALVE_CAP 零件位置。参照 Step4，输入距离值 110，结果如图 7.8.9 所示。

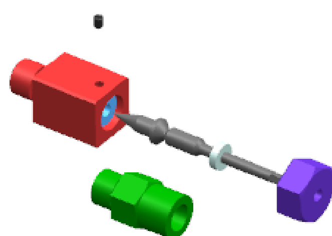
Step6. 编辑 VALVE_CAP 零件位置。移动方向沿 X 轴，输入距离值 70，结果如图 7.8.10 所示。

Step7. 编辑 PRESS_BOLT 零件位置。移动方向沿 Z 轴，输入距离值 60，结果如图 7.8.11

所示。


图 7.8.9　编辑结果图 2


图 7.8.10　编辑结果图 3


图 7.8.11　编辑结果图 4

关于编辑爆炸图的说明：

- 选中 ◉移动对象 单选项后，按钮被激活。单击按钮，手柄被移动到 WCS 位置。
- 单击手柄箭头或圆点后，☑ 捕捉增量 复选框被激活，该选项用于设置手工拖动的最小距离，可以在文本框中输入数值。例如设置为 10mm，则拖动时会跳跃式移动，每次跳跃的距离为 10mm，单击 取消爆炸 按钮，选中的组件移动到没有爆炸的位置。
- 单击手柄箭头后，选项被激活，可以直接将选中的手柄方向指定为某矢量方向。

3．隐藏和显示爆炸图

如果当前视图为爆炸图，选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 隐藏爆炸图(H) 命令，则视图切换到无爆炸图。

要显示隐藏的爆炸图，可以选择下拉菜单 装配(A) → 爆炸图(X) → 显示爆炸图(S) 命令，则视图切换到爆炸图。

4．隐藏和显示组件

要隐藏组件，可以选择下拉菜单 装配(A) → 关联控制(O) → 隐藏视图中的组件(H)... 命令，系统弹出“隐藏视图中的组件”对话框，选择要隐藏的组件后单击 确定 按钮，选中组件被隐藏。

要显示被隐藏的组件，可以选择下拉菜单 装配(A) → 关联控制(O) → 显示视图中的组件(M)... 命令，系统弹出“选择要显示的隐藏组件”对话框，在对话框中列出所有隐藏的组件供用户选择。

7.9　简 化 装 配

7.9.1　简化装配概述

对于比较复杂的装配体，可以使用“简化装配”功能将其简化。被简化后，实体的内

部细节被删除，但保留复杂的外部特征。当装配体只需要精确的外部表示时，可以将装配体进行简化，简化后可以减少所需的数据，从而缩短加载和刷新装配体的时间。

内部细节是指对该装配体的内部组件有意义，而对装配体与其他实体关联时没有意义的对象；外部细节则相反。简化装配主要就是区分内部细节和外部细节，然后省略掉内部细节的过程，在这个过程中，装配体被合并成一个实体。

7.9.2 简化装配操作

本节以图 7.9.1 装配体为例，说明简化装配的操作过程。

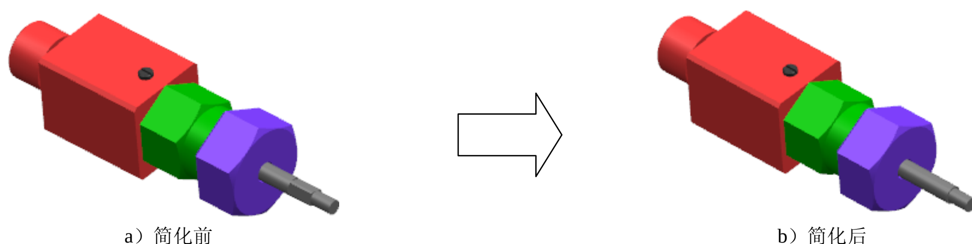


图 7.9.1 简化装配

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.09\SIMPLIFY.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 装配(A) ➡ 高级(E) ▸ ➡ 简化装配(M)... 命令，系统弹出“简化装配”对话框；单击 下一步 > 按钮，系统弹出图 7.9.2 所示的“简化装配”对话框（一），对话框的左侧显示操作步骤，右侧有三个单选项和两个复选框，供用户设置简化项。

Step3. 选取装配体中的所有组件，单击 下一步 > 按钮，系统弹出图 7.9.3 所示的“简化装配”对话框（二）。



图 7.9.2 “简化装配”对话框（一）



图 7.9.3 “简化装配”对话框（二）

Step4. 合并组件。单击“简化装配”对话框中的“全部合并”按钮；选择所有组件；单击 下一步 > 按钮，所有的组件合并在一起，可以看到组件之间的交线消失，如图 7.9.4 所示。

图 7.9.3 所示的“简化装配”对话框中的相关选项说明如下。

- 覆盖体区域包含五个按钮，用于填充要简化的特征。有些孔在“修复边界”步骤（向导的后面步骤）中可以被自动填充，但并不是所有几何体都能被自动填充，因此有时需要用这些按钮进行手工填充。这里由于形状简单，可以自动填充。
- “合并全部”按钮可以用来合并（或除去）模型上的实体，执行此命令时，系统会重复显示该步骤，供用户继续填充或合并。

Step5. 单击下一步 >按钮，选取图 7.9.5 所示外部面（用户也可以选择除要填充的内部细节之外的任何一个面）。

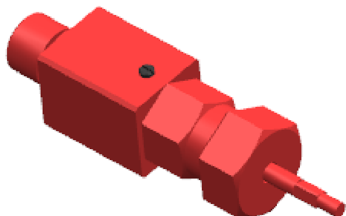


图 7.9.4　组件合并后

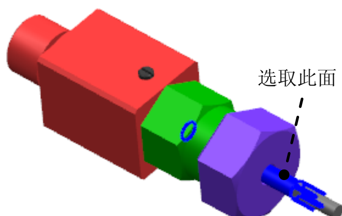


图 7.9.5　选取外部面

说明：在执行“修复边界”步骤时，应该先将所有部件合并成一个实体，如果仍有部件未被合并，则该步骤会将其隐藏。

Step6. 单击下一步 >按钮，选取图 7.9.6 所示的边缘（通过选择一边缘将内部细节与外部细节隔离开）。

Step7. 选择裂纹检查选项。单击下一步 >按钮，选中裂隙检查单选项。

Step8. 选择内部面。单击下一步 >按钮，选择要删除的内部细节，选取图 7.9.7 所示的模型表面（共四个面）。

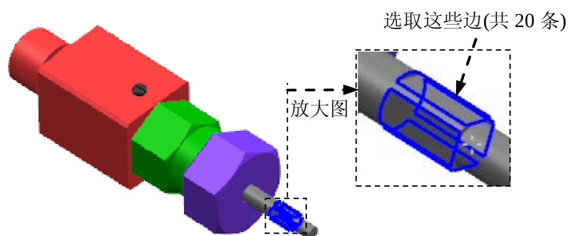


图 7.9.6　选择隔离边缘

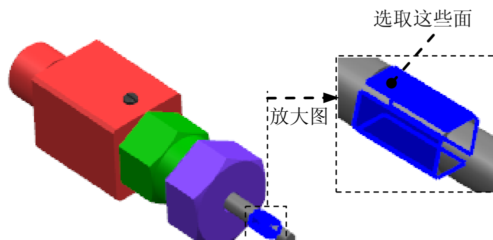


图 7.9.7　选择内部面

Step9. 查看裂纹检查结果。单击下一步 >按钮；可以通过选中高亮显示区域中的内部面单选项，查看在图形区中的隔离情况。

Step10. 单击下一步 >按钮，查看外部面。再单击下一步 >按钮，除料特征被移除。

Step11. 单击完成按钮，完成操作。

7.10 多截面动态剖

UG NX 10.0 增强了动态剖切功能，可以通过模型导航工具来定义和显示所控制的多个截面。此外，还能够弹出一个包括网格显示的独立二维窗口，从而可以在屏幕上清楚地看到评审的几何结构。下面以一个阀组件模型为例，说明对该模型进行多截面动态剖的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.10\SECTION_CUT.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 视图(V) → 截面(S) → 新建截面(I)... 命令，系统弹出图 7.10.1 所示的“视图截面”对话框，同时在模型上显示默认的视图截面（图 7.10.2）。

Step3. 创建第一个截面。在“视图截面”对话框的 剖切平面 区域单击 按钮设置截面位置。激活 2D 查看器设置 区域，然后在该区域中选中 ☑ 显示 2D 查看器 复选框，显示截面几何结构，此时在绘图区弹出图 7.10.3 所示的“2D 截面查看器”窗口。单击 应用 按钮，完成第一个截面的创建。

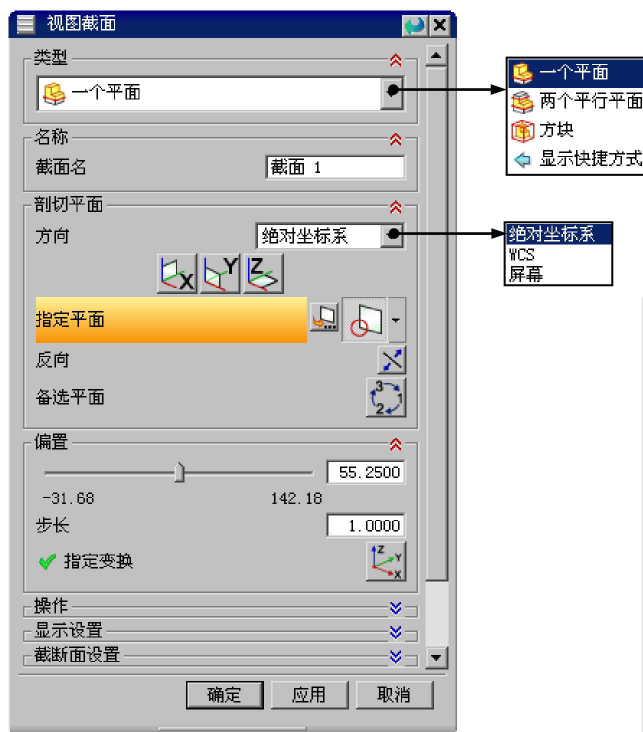


图 7.10.1 “视图截面”对话框

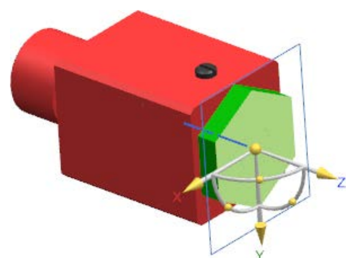


图 7.10.2 视图截面

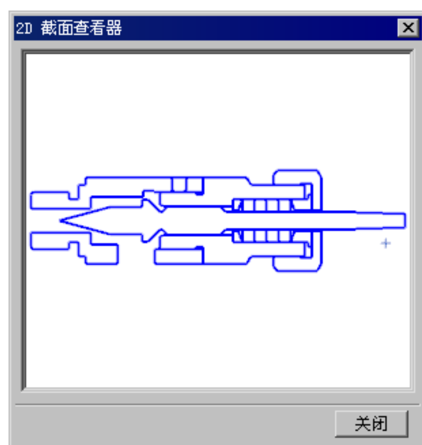


图 7.10.3 “2D 截面查看器”窗口

Step4. 创建第二个截面。在“视图截面”对话框的 剖切平面 区域单击 按钮设置截面位置。在 偏置 区域右上角的文本框中输入值 10.0，此时在绘图区显示图 7.10.4 所示的“2D

截面查看器”窗口。单击 应用 按钮，完成第二个截面的创建。

Step5. 单击 取消 按钮，关闭“视图截面”对话框。

Step6. 定义工作截面。单击选项卡，勾选 截面 节点并单击该选项前的“+”，然后在 截面 1 节点上右击，在弹出的快捷菜单中选择 设为工作截面 命令，此时在绘图区显示两个 2D 截面结构，如图 7.10.5 所示。

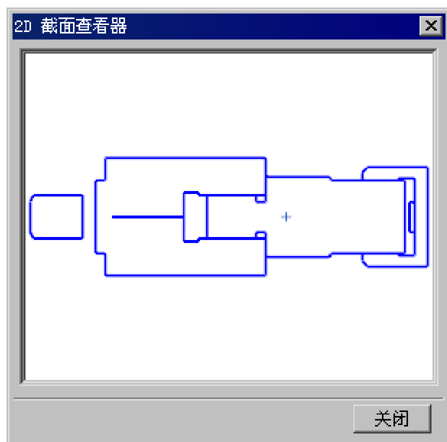


图 7.10.4　“2D 截面查看器”窗口

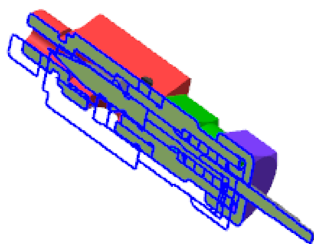


图 7.10.5　2D 截面结构

Step7. 隐藏工作截面。在 截面 1 (工作) 节点上右击，在弹出的快捷菜单中选择 取消剪切 命令；然后分别在 截面 2 和 截面 1 (工作) 节点上右击，在弹出的快捷菜单中选择 在工作视图中隐藏截面曲线 命令，恢复模型的原始显示状态。

7.11　模型的外观处理

模型的外观设置包括对模型进行着色、纹理处理以及透明设置等。模型的外观将与模型一同保存，但模型外观只有在工作室状态下才会显示，在实体图、着色图和线框图状态下不会显示。单击用户界面资源工具条区中的“部件中的材料”按钮（此按钮在选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 材料/纹理(M)... 命令后才会出现），在系统弹出的“部件中的材料”对话框中，直接拖动外观到模型上，便可添加外观。下面以一个底板模型为例，说明对该模型进行外观处理的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch07.11\COLOR.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 材料/纹理(M)... 命令，系统弹出图 7.11.1 所示的“材料/纹理”工具条。

Step3. 设置显示样式。在绘图区右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 渲染样式(D) ▸

➡ 艺术外观(I) 命令。

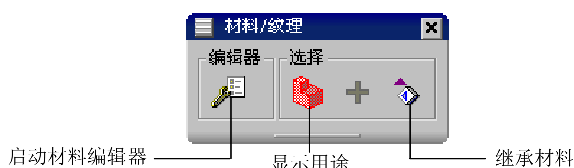


图 7.11.1 “材料/纹理”工具条

Step4. 添加外观设置。

方法一： 直接添加已有外观设置。

单击“资源”工具条中的“部件中的材料”按钮，系统弹出图 7.11.2 所示的“部件中的材料”选项卡，选择要添加的外观设置，直接拖动到模型上，如图 7.11.3 所示。

说明： 如果“部件中的材料”选项卡中没有所需要的外观设置，可以单击“系统材料”按钮，在系统弹出的“系统材料”选项卡（图 7.11.4）中，选择要添加的外观设置，直接拖动外观到模型上。如需要改变外观设置，可以直接将其他外观设置拖到部件上。

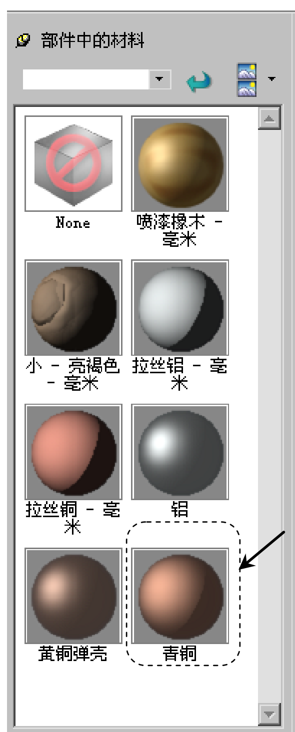


图 7.11.2 “部件中的材料”选项卡

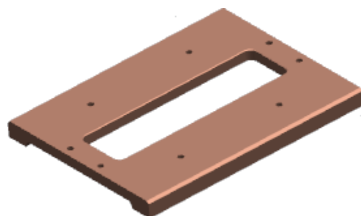


图 7.11.3 添加外观设置后的结果

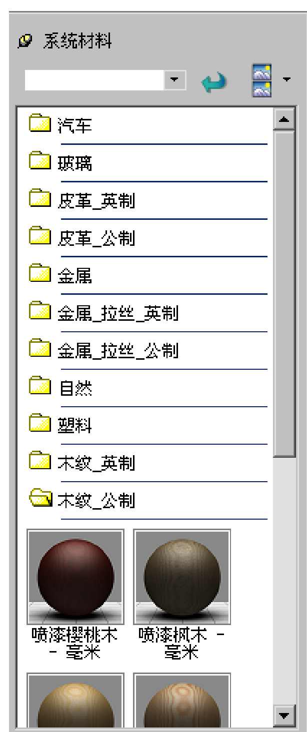


图 7.11.4 “系统材料”选项卡

方法二： 通过材料编辑器添加外观设置。

（1）新建部件中的材料文件。在“部件中的材料”选项卡中右击，在弹出的快捷菜单中选择 新建条目 ➡ 可视化材料 命令。选中新建的材料，单击“材料/纹理”工具条中的“启动材料编辑器”按钮，系统弹出图 7.11.5 所示的“材料编辑器”对话框（一）。

在“材料编辑器”对话框（一）的名称文本框中输入新建的外观材料名称 color，单击应用按钮。

（2）定义颜色属性。在“材料编辑器”对话框（一）中选择常规选项卡，在透明度文本框中输入数值 0.0，在类型下拉列表中选择材料类型塑料，单击材料颜色选项后的颜色区域，系统弹出图 7.11.6 所示的“颜色”对话框，选取图 7.11.6 所示的颜色，单击确定按钮。

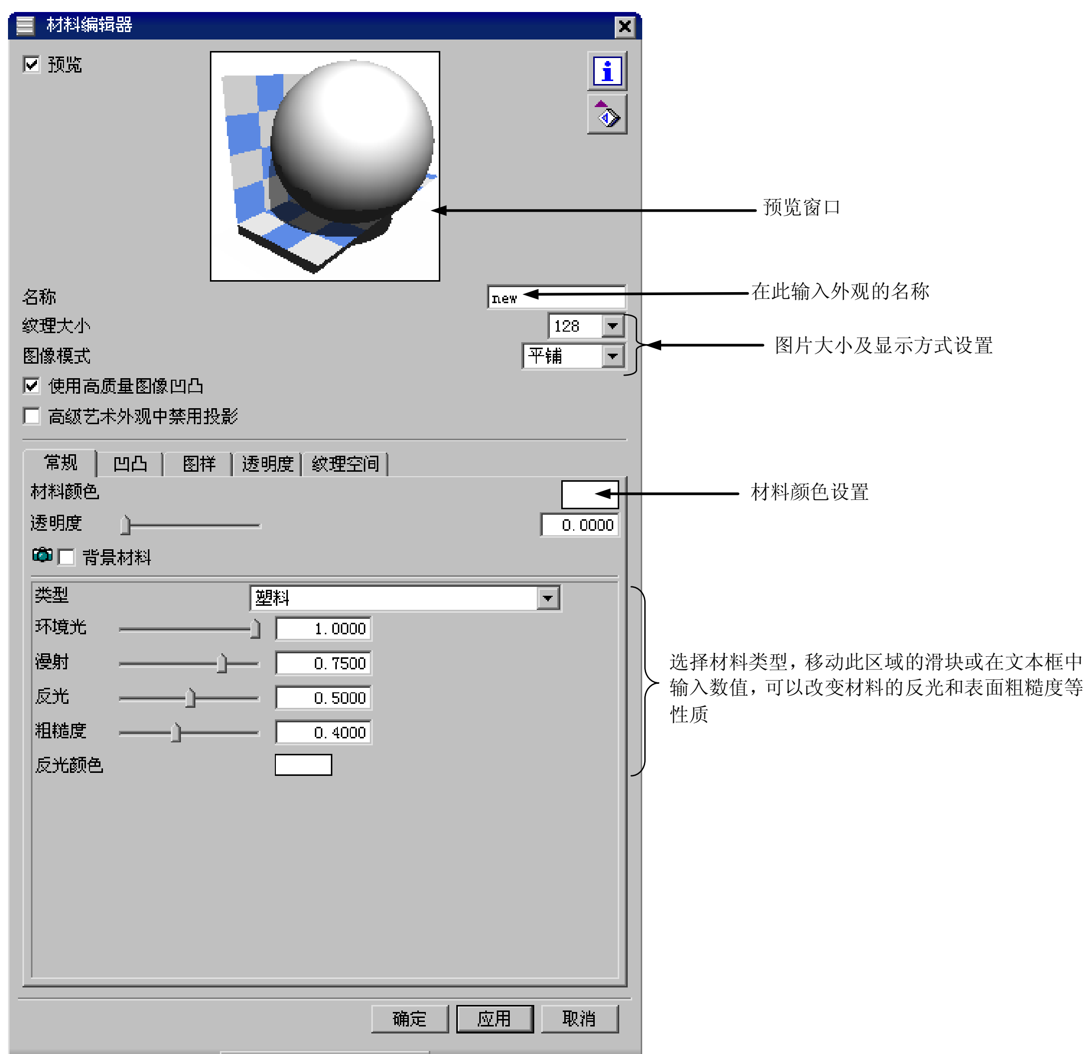


图 7.11.5　“材料编辑器”对话框（一）

说明：可以通过以下方法设置所需要的颜色：

- 单击基本颜色选择区中的一种颜色。
- 在颜色矩阵中选取一种颜色，然后通过右侧微调按钮进行较精确的调整，单击添加到自定义颜色(A)按钮，然后在自定义颜色区中选取自定义颜色。

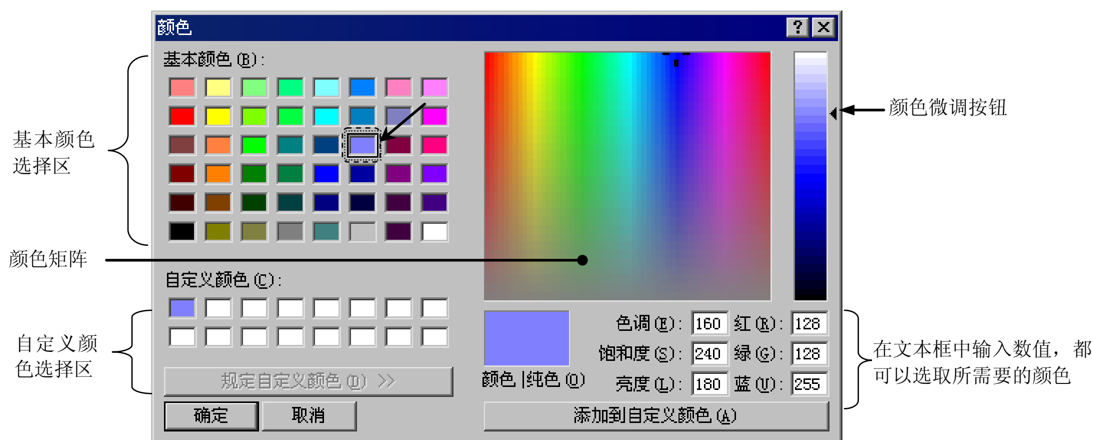


图 7.11.6 “颜色”对话框

（3）添加表面突起纹理。单击 凹凸 选项卡，在“类型”下拉列表中选择 缠绕凹凸点 选项，在 比例 文本框中设定参数为 1.0，单击 应用 按钮；单击用户界面资源工具条区中的“部件中的材料”按钮，在系统弹出的“部件中的材料”窗口中选择新建材料 color，拖动到模型上，结果如图 7.11.7 所示。

（4）添加表面图样纹理。单击 图样 选项卡，在“类型”下拉列表中选择 缠绕图像 选项，单击 TIFF 图板 按钮，系统弹出“TIFF 图板”对话框，单击 其他 按钮，如图 7.11.8 所示。选择底图图像（图 7.11.8），单击 确定 按钮，单击“材料编辑器”对话框（二）的 确定 按钮，结果如图 7.11.9 所示，完成部件的渲染。

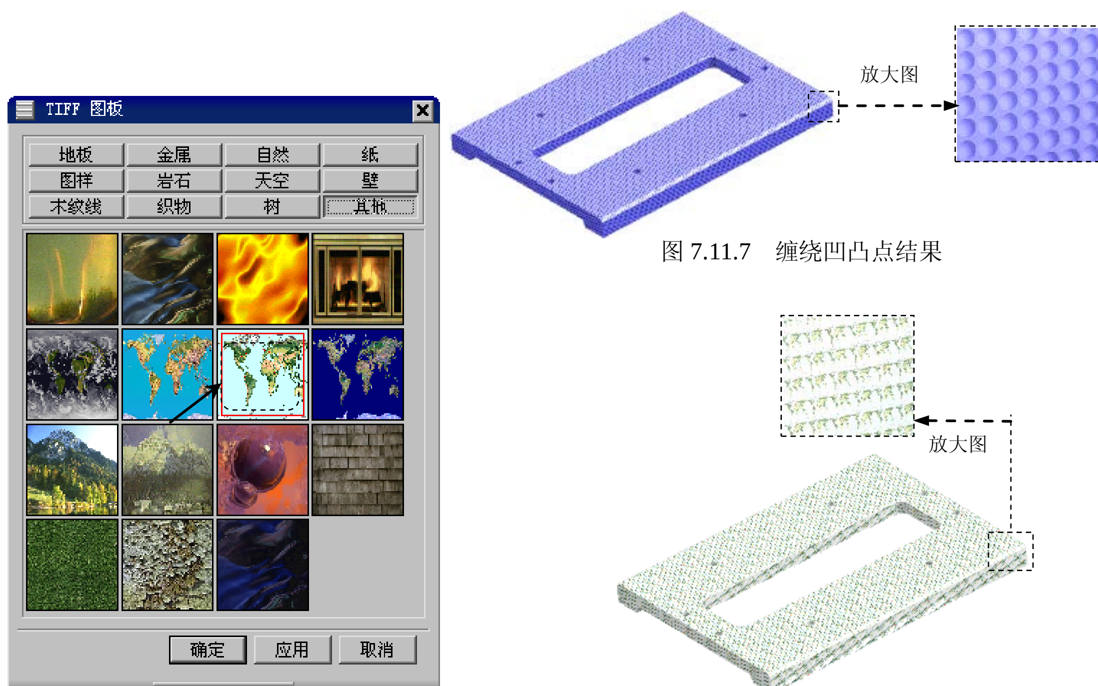


图 7.11.7 缠绕凹凸点结果

图 7.11.8 “TIFF 图板”对话框

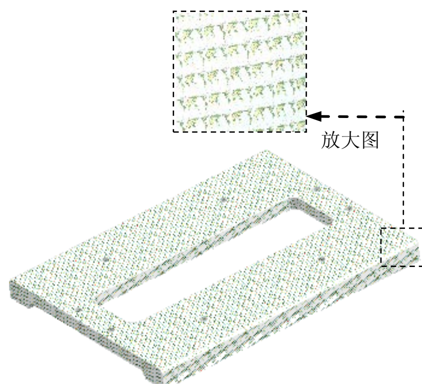


图 7.11.9 缠绕图像结果

7.12　装配设计范例 1——丝杆传动机构装配

下面以图 7.12.1 所示为例，介绍多部件装配实例的一般过程，使读者进一步熟悉 UG NX 10.0 的装配操作。

Step1. 新建文件。单击 → 装配，在 新文件名 区域 名称 后面的文本框中输入 SCREW_ASM，在 文件夹 后的文本框中输入 D:\ug10pd\work\ch07.12，单击 确定 按钮。系统弹出“添加组件”对话框，并进入装配环境。

Step2. 添加底座。在“添加组件”对话框中单击 按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.12\DOWN_BASE.prt，单击 OK 按钮。在 放置 区域的 定位 下拉列表中选取 绝对原点 选项，单击 应用 按钮，底座模型 DOWN_BASE.prt 被添加到 SCREW_ASM 中。

Step3. 添加导轨并定位，如图 7.12.2 所示。在“添加组件”对话框中单击 按钮，选择 D:\ug10pd\ work\ch07.12\SLIDEWAY.prt，单击 OK 按钮。在 放置 区域的 定位 下拉列表中选取 通过约束 选项，选中 预览 区域的 ☑ 预览 复选框，单击 应用 按钮。在“装配约束”对话框 预览 区域中选中 ☑ 在主窗口中预览组件 复选框，在 类型 下拉列表中选择 接触对齐 选项，在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 接触 选项；选取图 7.12.4 所示的面 2，选取图 7.12.3 所示的面 1，单击 应用 按钮，完成平面的接触操作；在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 自动判断中心/轴 选项，分别选取图 7.12.3 所示的面 3（圆柱面）和图 7.12.4 所示的面 4（圆柱面），单击 应用 按钮，完成同轴的接触操作；在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 自动判断中心/轴 选项，分别选取图 7.12.3 所示的面 5（圆柱面）和图 7.12.4 所示的面 6（圆柱面），单击 < 确定 > 按钮，完成同轴的接触操作。

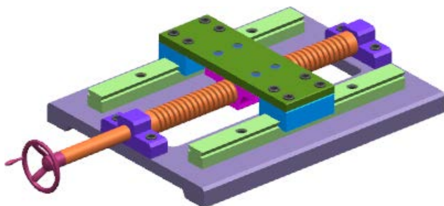


图 7.12.1　综合装配实例

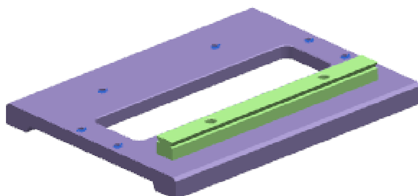


图 7.12.2　添加导轨

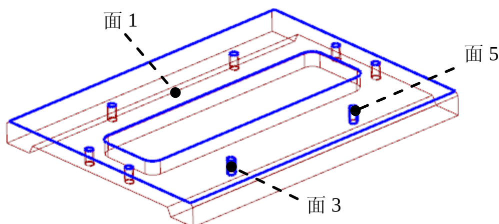


图 7.12.3　选择配对面 1

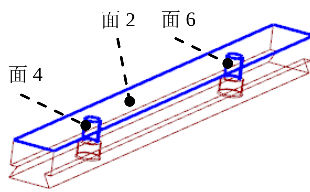


图 7.12.4　选择配对面 2

Step4. 添加滑块并定位，如图 7.12.5 所示。在“添加组件”对话框中单击按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.12\SLIDER.prt，单击 OK 按钮。在 放置 区域的 定位 下拉列表中选取 通过约束 选项；选中 预览 区域的 ☑ 预览 复选框，单击 应用 按钮。此时系统弹出“装配约束”对话框和“组件预览”窗口。在“装配约束”对话框的 预览 区域中选中 ☑ 在主窗口中预览组件 复选框；在 类型 下拉列表中选择 接触对齐 选项，在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 首选接触 选项，选取图 7.12.6 所示的面 1 与面 2、面 3 与面 4，完成接触操作。

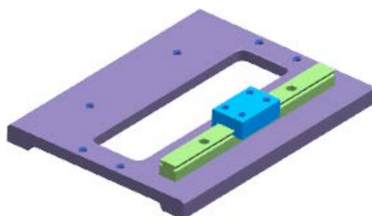


图 7.12.5 添加滑块

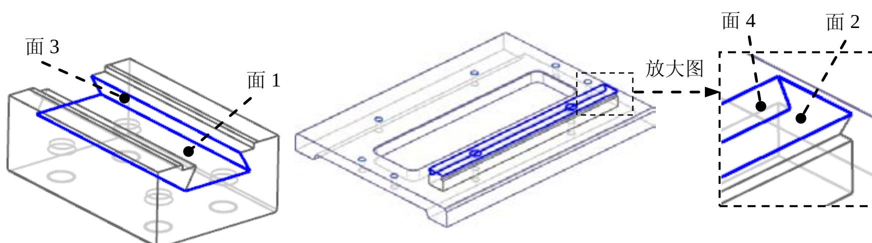


图 7.12.6 选择配对面

Step5. 添加支撑块并定位，如图 7.12.7 所示。在“添加组件”对话框中单击按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.12\SUPPORT.prt，单击 OK 按钮。参照 Step4 的详细操作步骤，选择图 7.12.8 所示的面 1 与面 2、面 3（圆柱面）与面 4（圆柱面）、面 5（圆柱面）与面 6（圆柱面）配对面添加约束。

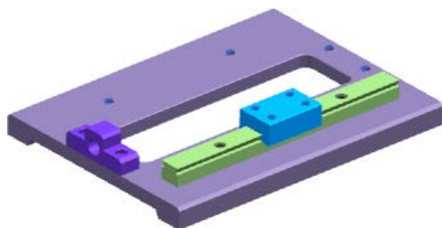


图 7.12.7 添加支撑块

Step6. 镜像图 7.12.9 所示的支撑块。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 镜像装配(I)... 命令，系统弹出“镜像装配向导”对话框。单击 下一步 > 按钮，选择上一步添加的支撑块；单击 下一步 > 按钮，单击按钮，插入一个图 7.12.10 所示的平面作为对称平面（XC-YC 基准平面）；单击 下一步 > 按钮两次，单击 完成 按钮，完成支撑块的镜

像操作。

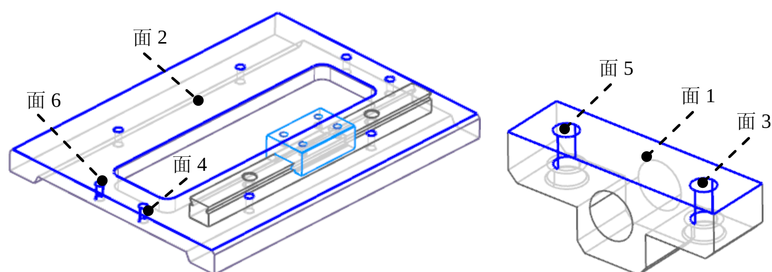


图 7.12.8　选择配对面

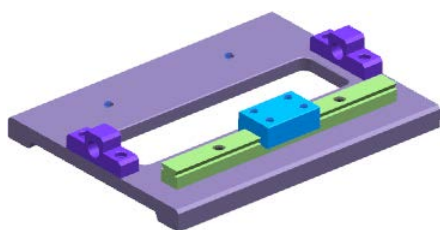


图 7.12.9　镜像支撑块

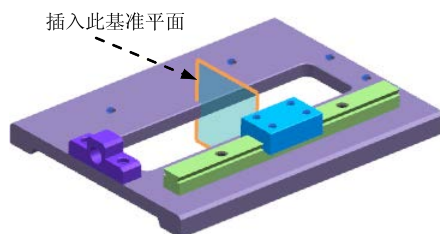


图 7.12.10　插入对称面

Step7. 参照上面的镜像装配的操作步骤，镜像图 7.12.11 所示的导轨和滑块（具体操作步骤参见视频）。

Step8. 添加丝杠并定位，如图 7.12.12 所示。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 添加组件(A)... 命令；单击按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.12\SCREW_ROD.prt，单击 OK 按钮。参照 Step4 的详细操作步骤，选择图 7.12.13 所示的面 1（圆柱面）与面 2（圆柱面）、面 3 与面 4 配对面添加约束。

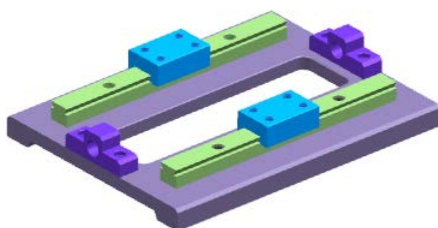


图 7.12.11　镜像导轨和滑块

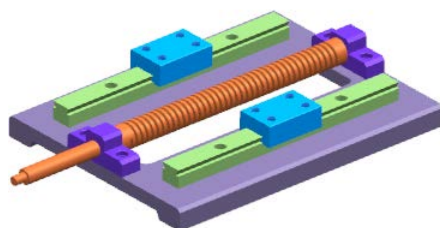


图 7.12.12　添加丝杠

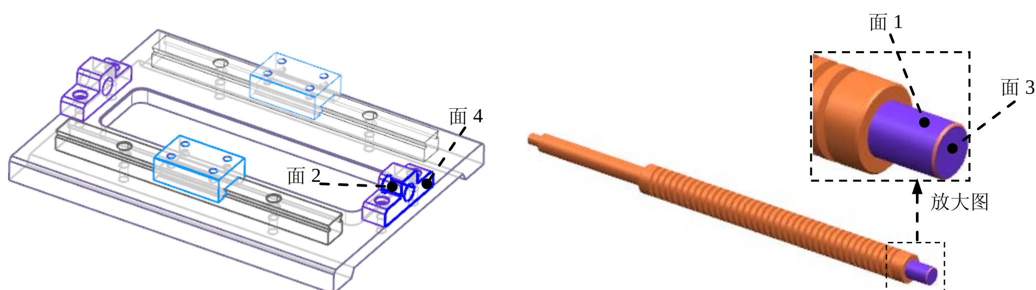


图 7.12.13　选择配对面

说明：如果支撑块位置发生变化，可以参照此前的操作添加必要约束。

Step9. 添加手轮并定位，如图 7.12.14 所示。在“添加组件”对话框中单击按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.12\HAND_WHEEL.prt，单击 OK 按钮。参照 Step4 的详细操作步骤，选择图 7.12.15 所示的面 1 与面 2、面 3（圆柱面）与面 4（圆柱面）配对面添加约束。

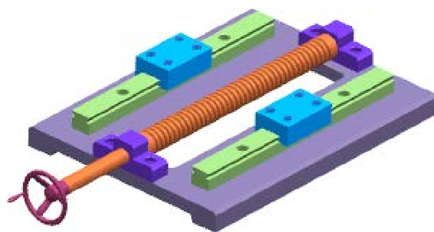


图 7.12.14　添加手轮

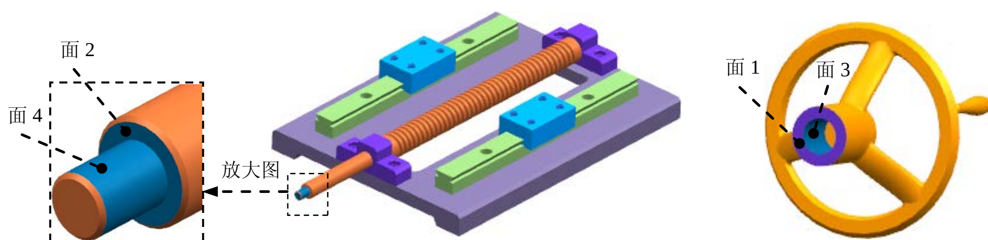


图 7.12.15　选择配对面

Step10. 添加连接板并定位，如图 7.12.16 所示。在“添加组件”对话框中单击按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.12\LINK_BORAD.prt，单击 OK 按钮。参照 Step4 的详细操作步骤，选择图 7.12.17 所示的面 1 与面 2、面 3 与面 4、面 5 与面 6 配对面添加约束。

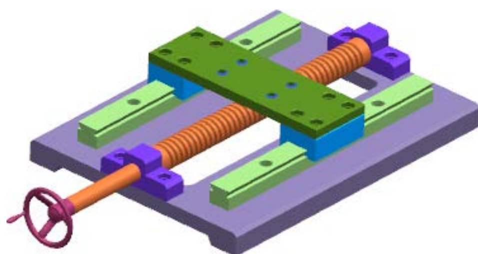


图 7.12.16　添加连接板

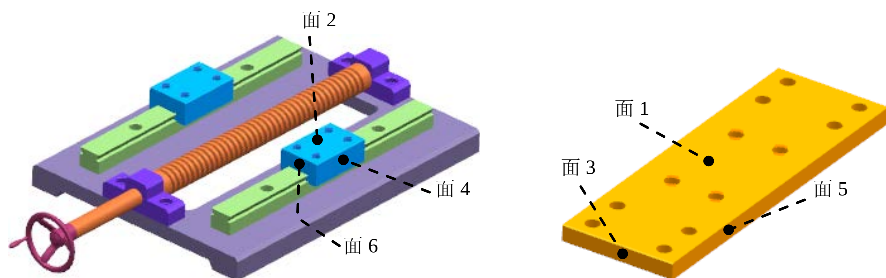


图 7.12.17　选择配对面

Step11. 添加滑块零件并定位，如图 7.12.18 所示。在“添加组件”对话框中单击按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.12\ SLIDER_PART.prt，单击OK按钮。参照 Step4 的详细操作步骤，选择图 7.12.19 所示的面 1 与面 2、面 3（圆柱面）与面 4（圆柱面）、面 5（圆柱面）与面 6（圆柱面）配对面添加约束。

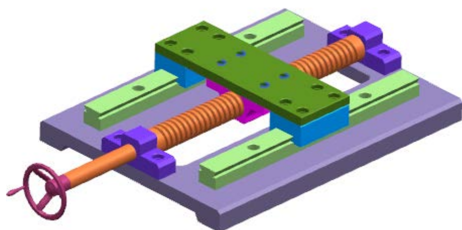


图 7.12.18　添加滑块零件

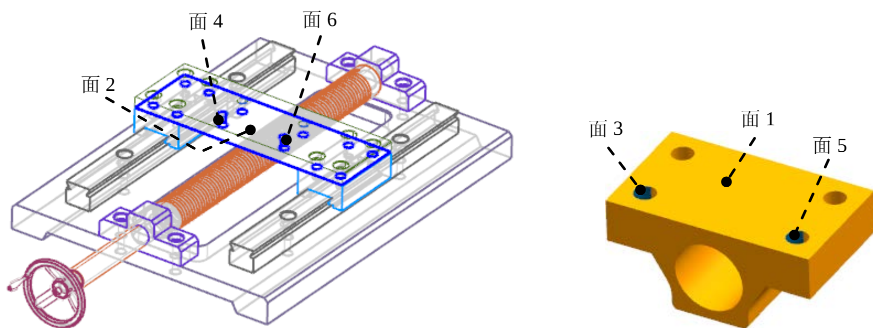


图 7.12.19　选择配对面

Step12. 添加螺栓并定位，如图 7.12.20 所示。在“添加组件”对话框中单击按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.12\BOLT.prt，单击OK按钮。参照 Step4 的详细操作步骤，选择图 7.12.21 所示的面 1（圆柱面）与面 2（圆柱面）、面 3 与面 4 配对面添加约束。

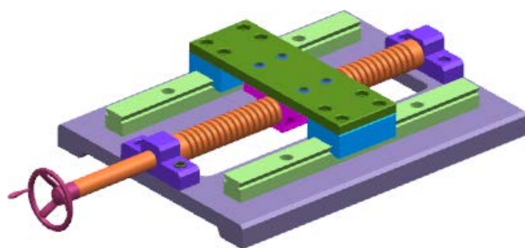


图 7.12.20　添加螺栓

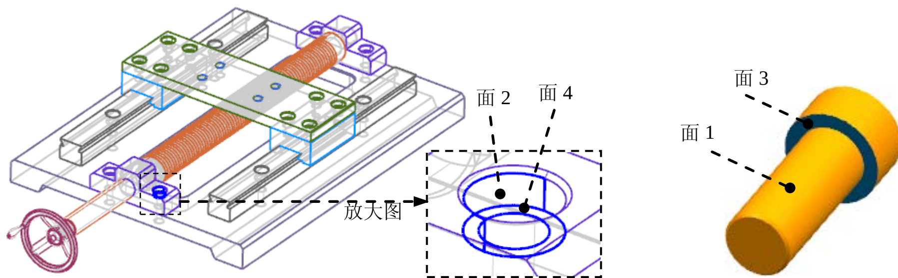


图 7.12.21　选择配对面

Step13. 参照上一步的详细操作步骤，添加其他螺栓，结果如图 7.12.1 所示（具体操作参见录像）。

7.13 装配设计范例 2——轴箱装配

Stage1. 创建子装配——轴装配（图 7.13.1）

Step1. 新建文件，单击 → 装配，在 新文件名 区域 名称 后面的文本框中输入 SHAFT_ASM.prt，在 文件夹 后的文本框中输入 D:\ug10pd\work\ch07.13，单击 确定 按钮。系统弹出“添加组件”对话框，并进入装配环境。

Step2. 添加轴并定位。在“添加组件”对话框中单击 按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.13\AXLE_SHAFT.prt，单击 OK 按钮。在 放置 区域的 定位 下拉列表中选取 通过约束 选项，单击 应用 按钮，在“装配约束”对话框的 预览 区域中选中 ☑ 在主窗口中预览组件 复选框，在 类型 下拉列表中选择 固定 选项，选取轴模型 SHAFT 为要固定的对象，单击 < 确定 > 按钮，完成固定约束的操作。

Step3. 添加键 1 并定位，如图 7.13.2 所示。在“添加组件”对话框中单击 按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.13\KEY01.prt，单击 OK 按钮。在 放置 区域的 定位 下拉列表中选取 通过约束 选项，选中 预览 区域的 ☑ 预览 复选框；单击 应用 按钮。在“装配约束”对话框的 预览 区域中选中 ☑ 在主窗口中预览组件 复选框，在 类型 下拉列表中选择 接触对齐 选项，在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 接触 选项；选取图 7.13.3 所示的面 1，选取图 7.13.4 所示的面 2，单击 应用 按钮，完成平面的对齐操作；在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 接触 选项；选取图 7.13.3 所示的面 3，选取图 7.13.4 所示的面 4，单击 应用 按钮，完成平面的对齐操作；在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 自动判断中心/轴 选项，分别选取图 7.13.3 所示的面 5 和图 7.13.4 所示的面 6，单击 < 确定 > 按钮，完成同轴的接触操作。

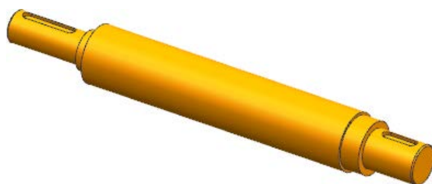


图 7.13.1 轴装配

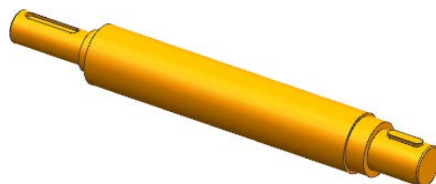


图 7.13.2 添加键 1

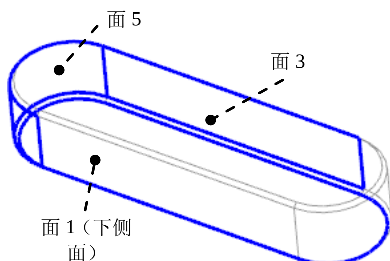


图 7.13.3　选择配对面 1

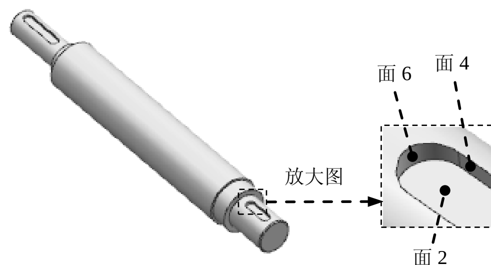


图 7.13.4　选择配对面 2

Step4. 添加键 2 并定位。在“添加组件”对话框中单击按钮，选择 D:\ug10pd\work\ch07.13\KEY02.prt，单击 OK 按钮。在 放置 区域的 定位 下拉列表中选取 通过约束 选项；选中 预览 区域的 ☑ 预览 复选框；单击 应用 按钮，在“装配约束”对话框的 预览 区域中选中 ☑ 在主窗口中预览组件 复选框；在 类型 下拉列表中选择 接触对齐 选项，在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 接触 选项；选取图 7.13.5 所示的面 1，选取图 7.13.6 所示的面 2，单击 应用 按钮，完成平面的对齐操作；在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 接触 选项；选取图 7.13.5 所示的面 3，选取图 7.13.6 所示的面 4，单击 应用 按钮，完成平面的对齐操作；在 要约束的几何体 区域的 方位 下拉列表中选择 自动判断中心/轴 选项，分别选取图 7.13.5 所示的面 5 和图 7.13.6 所示的面 6，单击 < 确定 > 按钮，完成同轴的接触操作。

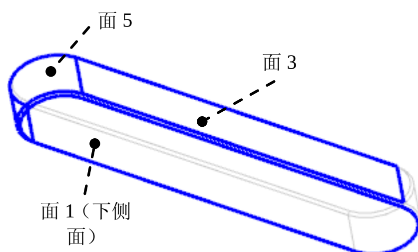


图 7.13.5　选择配对面 3

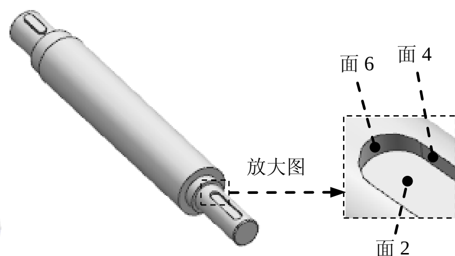
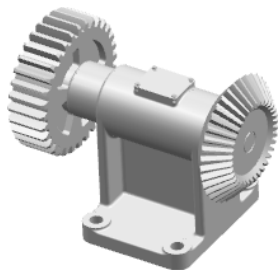


图 7.13.6　选择配对面 4

Step5. 保存装配零件文件，完成组件的装配。

Stage2. 创建图 7.13.7 所示的总装配。（注：本 Stage 的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch07.13\reference\文件下的语音视频讲解文件“SHAFT_ASM-r01.exe”）


图 7.13.7　综合装配实例

第 8 章 产品的测量与分析

8.1 模型的测量

8.1.1 测量距离

下面以一个简单的模型为例，来说明测量距离的方法以及相应的操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch08.01\DISTANCE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 测量距离(D)... 命令，系统弹出图 8.1.1 所示的“测量距离”对话框。

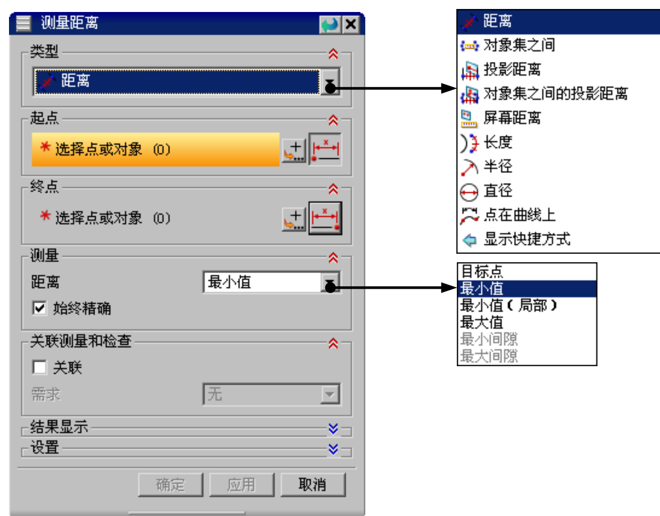


图 8.1.1 “测量距离”对话框

图 8.1.1 所示的“测量距离”对话框的 类型 下拉列表中的部分选项说明如下。

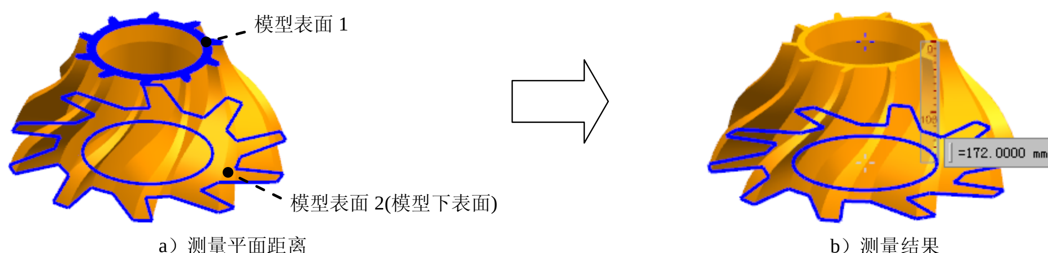
- 距离：用于测量点、线、面之间的任意距离。
- 投影距离：用于测量投影到同一个面的上空间上的点、线之间的距离。
- 长度：用于测量任意线段的距离。
- 半径：用于测量任意圆的半径值。
- 屏幕距离：用于测量图形区的任意位置距离。
- 点在曲线上：用于测量在曲线上两点之间的最短距离。

Step3. 测量面到面的距离。

（1）定义测量类型。在对话框的 类型 下拉列表中接受系统默认的 距离 选项（图

8.1.1）。

（2）定义测量几何对象。选取图 8.1.2a 所示的模型表面 1，再选取模型表面 2，测量结果如图 8.1.2b 所示。



a）测量平面距离　　b）测量结果

图 8.1.2　测量面与面的距离

Step4. 测量点到面的距离（图 8.1.3），操作方法参见 Step3，先选取点 1，后选取模型表面。

注意：选取要测量的几何对象的先后顺序不同，测量结果就不相同。

Step5. 测量点到线的距离（图 8.1.4），操作方法参见 Step3，先选取点 1，后选取边线。

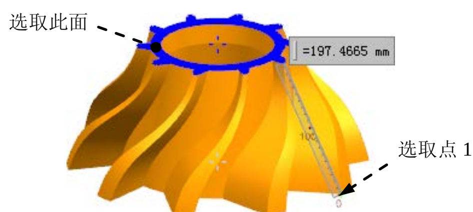


图 8.1.3　点到面的距离

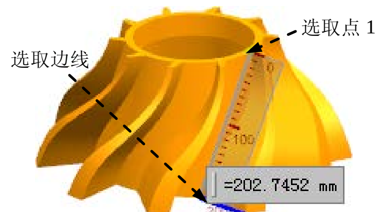


图 8.1.4　点到线的距离

Step6. 测量线到线的距离（图 8.1.5），操作方法参见 Step3，先选取边线 1，后选取边线 2。

Step7. 测量点到点的距离（图 8.1.6），操作方法参见 Step3，先选取点 1，后选取点 2。

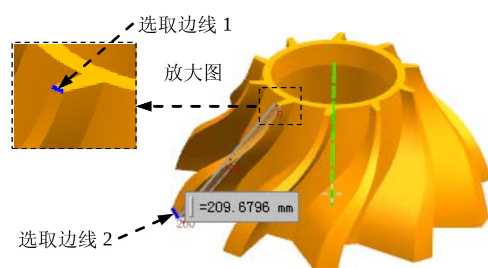


图 8.1.5　线到线的距离

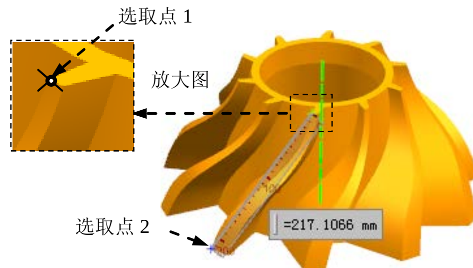


图 8.1.6　点到点的距离

Step8. 测量点与点的投影距离（投影参照为平面）。

（1）定义测量类型。在“测量距离”对话框的类型下拉列表中选取投影距离选项。

（2）定义投影表面。选取图 8.1.7a 中的表面 1。

（3）定义测量几何对象。先选取图 8.1.7a 所示的点 1，然后选取图 8.1.7a 所示的点 2，测量结果如图 8.1.7b 所示。

8.1.2 测量角度

下面以一个简单的模型为例，来说明测量角度的方法以及相应的操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch08.01\ANGLEE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 测量角度(A)... 命令，系统弹出图 8.1.8 所示的“测量角度”对话框。

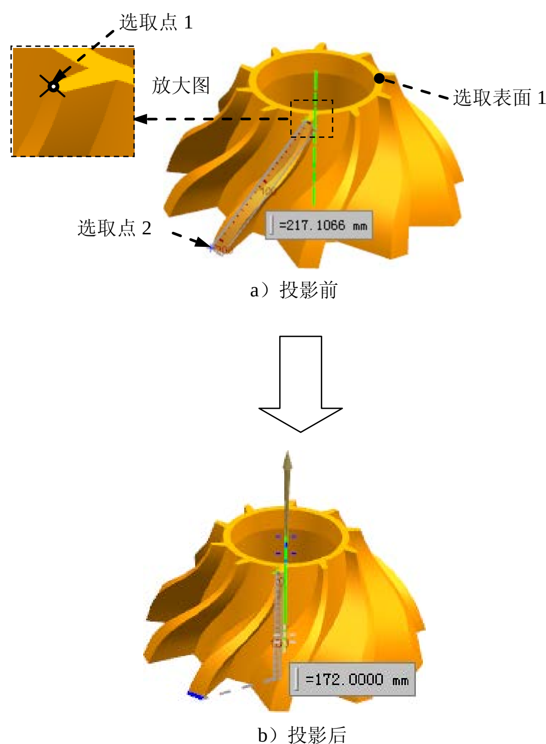


图 8.1.7 点到点的投影距离

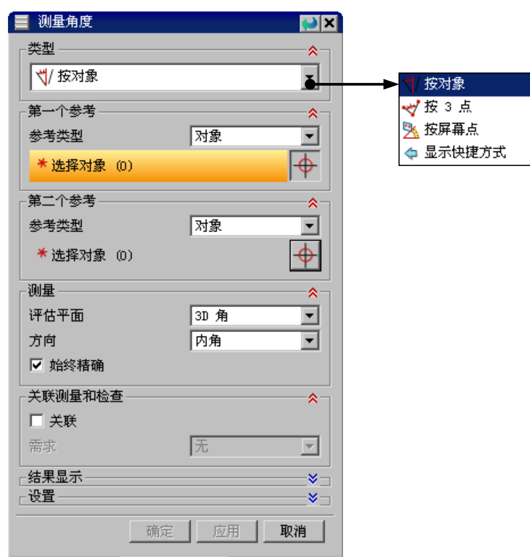


图 8.1.8 “测量角度”对话框

Step3. 测量面与面间的角度。

（1）定义测量类型。在“测量角度”对话框的 类型 下拉列表中接受系统默认的 按对象 选项。

（2）定义测量几何对象。选取图 8.1.9a 所示的模型表面 1，再选取图 8.1.9a 所示的模型表面 2，测量结果如图 8.1.9b 所示。

Step4. 测量线与面间的角度。选取图 8.1.10a 所示的边线 1，再选取图 8.1.10a 所示的模型表面 1，测量结果如图 8.1.10b 所示。

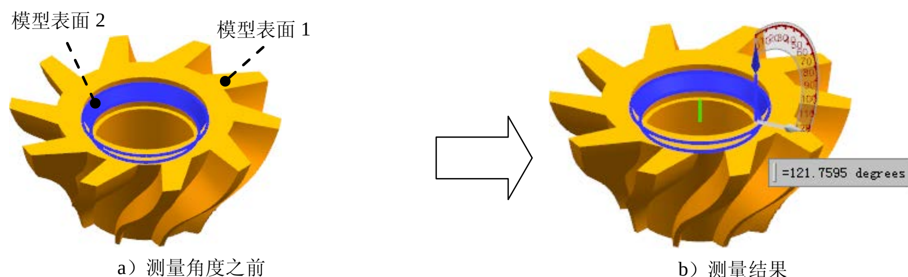


图 8.1.9　测量面与面间的角度

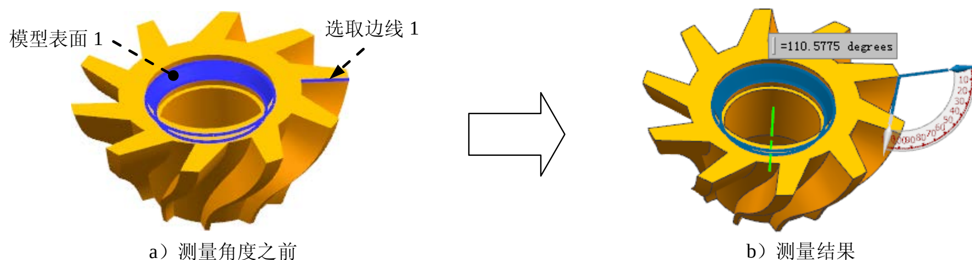


图 8.1.10　测量线与面间的角度

注意：选取线的不同，所测量的角度值也会不同。

Step5. 测量线与线间的角度。选取图 8.1.11a 所示的边线 1，再选取图 8.1.11a 所示的边线 2，测量结果如图 8.1.11b 所示。

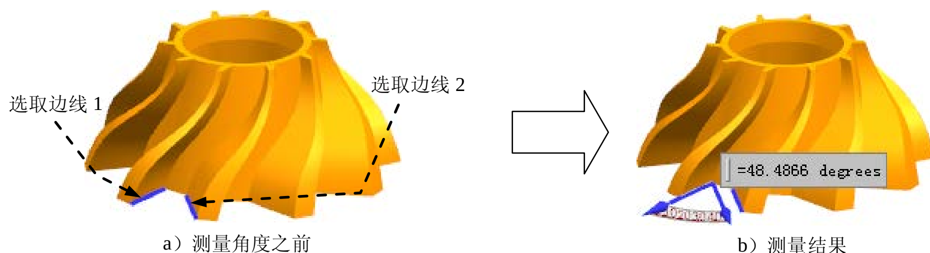


图 8.1.11　测量线与线间的角度

8.1.3　测量曲线长度

下面以一个简单的模型为例，说明测量曲线长度的方法以及相应的操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch08.01\CURVE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 测量长度(L)... 命令，系统弹出“测量长度”对话框。

Step3. 定义要测量的曲线。根据系统 选择对象来测量长度 的提示，选取图 8.1.12a 所示的曲线 1，系统显示这条曲线的长度结果，如图 8.1.12b 所示。

8.1.4　测量面积及周长

下面以一个简单的模型为例，说明测量面积及周长的方法以及相应的操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch08.01\AREA.prt。

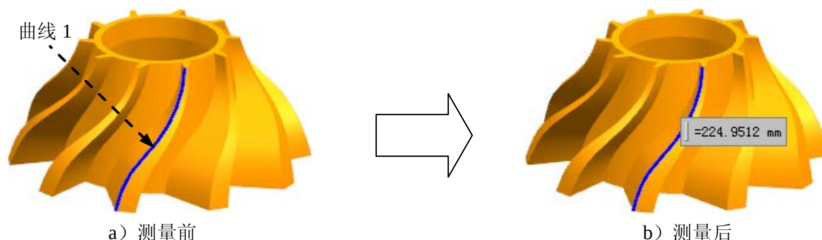


图 8.1.12　测量曲线长度

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 测量面(F)... 命令，系统弹出“测量面”对话框。

Step3. 测量模型表面面积。选取图 8.1.13 所示的模型表面 1，系统显示这个曲面面积的测量结果。

Step4. 测量曲面的周长。在图 8.1.13 显示的结果中选择 面积 下拉列表中的 周长 选项，测量周长的结果如图 8.1.14 所示。



图 8.1.13　测量面积



图 8.1.14　测量周长

8.1.5　测量最小半径

下面以一个简单的模型为例，说明测量最小半径的方法以及相应的操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch08.01\MINI_RADIUS.prt。

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 最小半径(R)... 命令，系统弹出“最小半径”对话框，选中 ☑ 在最小半径处创建点 复选框，如图 8.1.15 所示。

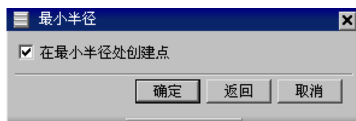


图 8.1.15　“最小半径”对话框

Step3. 测量多个曲面的最小半径。

（1）如图 8.1.16 所示，连续选取模型表面 1 和模型表面 2。

（2）单击 确定 按钮，最小半径位置如图 8.1.17 所示，半径值如图 8.1.18 所示。

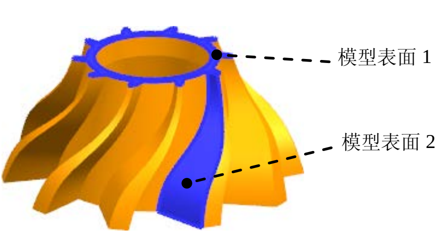


图 8.1.16　选取模型表面

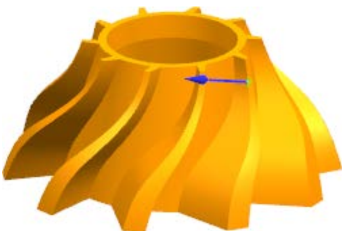


图 8.1.17　最小半径位置

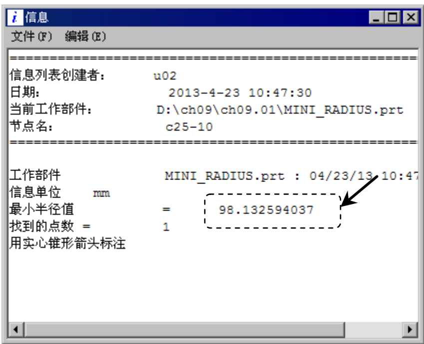


图 8.1.18　“信息”窗口

8.2　模型的基本分析

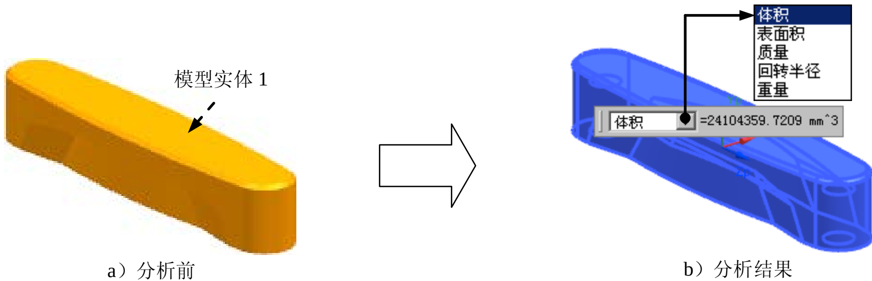
8.2.1　模型的质量属性分析

通过模型质量属性分析，可以获得模型的体积、曲面区域、质量、回转半径和重量等数据。下面以一个模型为例，简要说明其操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch08.02\MASS.prt。

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 测量体(B)... 命令，系统弹出“测量体”对话框。

Step3. 根据系统选择实体来测量质量属性的提示，选取图 8.2.1a 所示的模型实体 1，体积分析结果如图 8.2.1b 所示。



a）分析前　　b）分析结果

图 8.2.1　体积分析

Step4. 选择 体积 下拉列表中的 表面积 选项，系统显示该模型的曲面区域的面积。

Step5. 选择 体积 下拉列表中的 质量 选项，系统显示该模型的质量。

Step6. 选择体积下拉列表中的回转半径选项，系统显示该模型的回转半径。

Step7. 选择体积下拉列表中的重量选项，系统显示该模型的重量。

8.2.2 模型的偏差分析

通过模型的偏差分析，可以检查所选的对象是否相接、相切，以及边界是否对齐等，并得到所选对象的距离偏移值和角度偏移值。下面以一个模型为例，简要说明其操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch08.02\DEVIATION.prt。

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 偏差(V) ▸ → 检查(C)... 命令，系统弹出“偏差检查”对话框。

Step3. 检查曲线至曲线的偏差。

（1）在该对话框的类型下拉列表中选取曲线到曲线选项，在设置区域的偏差选项下拉列表中选择所有偏差选项。

（2）依次选取如图 8.2.2 所示的边线 1、边线 2。

（3）在该对话框中单击检查按钮，系统弹出图 8.2.3 所示的“信息”窗口，在弹出的“信息”窗口中会列出指定的信息，包括分析点的个数、两个对象的最小距离误差、最大距离误差、平均距离误差、最小角度误差、最大角度误差、平均角度误差以及各检查点的数据。完成曲线至曲线的偏差检查。

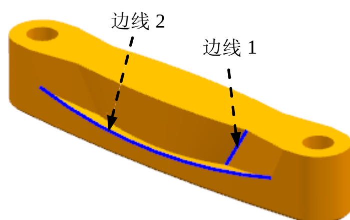


图 8.2.2 选择对象



图 8.2.3 “信息”窗口

Step4. 检查曲线至面的偏差。根据经过点斜率的连续性，检查曲线是否真的位于模型表面上。在类型下拉列表中选取曲线到面选项，操作方法参见检查曲线至曲线的偏差。

说明：进行曲线至面的偏差检查时，选取图 8.2.4 所示的曲线 1 和面为检查对象。

Step5. 对于边到面偏差、面至面偏差、边缘至边缘偏差的检测，操作方法参见检查曲线至曲线的偏差。

8.2.3 模型的几何对象检查

“模型的几何对象检查”功能可以分析各种类型的几何对象，找出错误的或无效的几

何体；也可以分析面和边等几何对象，找出其中无用的几何对象和错误的数据结构。下面以一个模型为例，简要说明其操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch08.02\EXAMGEO.prt。

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 检查几何体(X)... 命令，系统弹出“检查几何体”对话框。

Step3. 定义检查项。按<Ctrl+A>组合键选择模型中的所有对象，单击 全部设置 按钮，选择所有的检查项，单击“检查几何体”对话框中的 检查几何体 按钮。

Step4. 单击“信息”按钮 i ，系统弹出“信息”窗口，可查看检查的结果。

8.2.4　装配干涉检查

在实际的产品设计中，当产品中的各个零部件组装完成后，设计人员往往比较关心产品中各个零部件间的干涉情况：有无干涉？哪些零件间有干涉？干涉量是多大？下面以一个简单的装配体模型为例，说明干涉分析的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch08.02\INTERVENE.prt。

Step2. 在装配模块中选择下拉菜单 分析(L) → 简单干涉(I)... 命令，系统弹出图 8.2.5 所示的“简单干涉”对话框。

Step3. “创建干涉体”简单干涉检查。

（1）依次选取图 8.2.6 所示的对象 1 和对象 2。

（2）在“简单干涉”对话框 干涉检查结果 区域的 结果对象 下拉列表中选择 干涉体 选项。

（3）单击“简单干涉”对话框中的 应用 按钮，完成“创建干涉体”简单干涉检查。

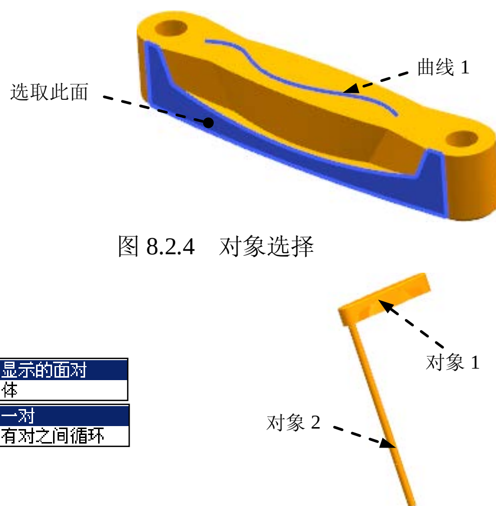


图 8.2.4　对象选择

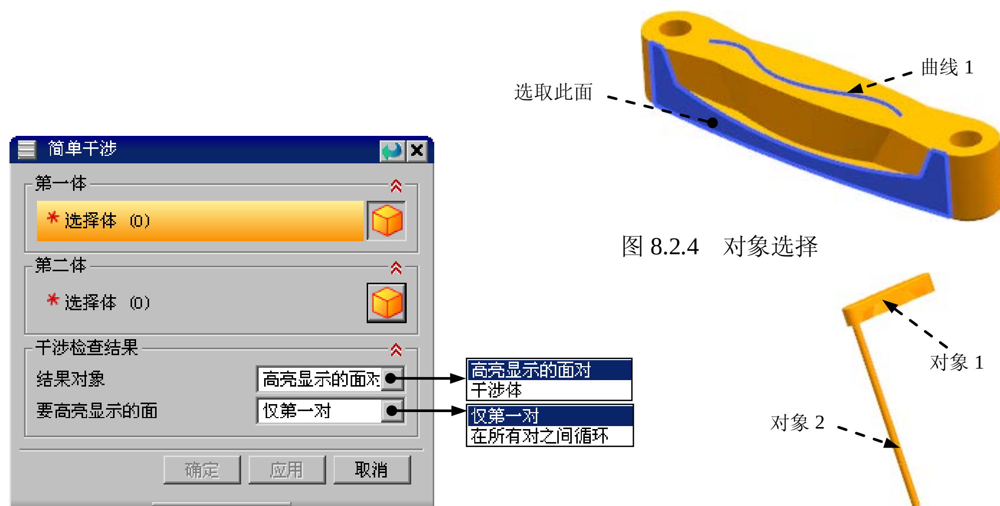


图 8.2.5　“简单干涉”对话框

图 8.2.6　创建干涉实体

Step4. “高亮显示面”简单干涉检查。

（1）依次选取图 8.2.7a 所示的对象 1 和对象 2。

（2）在“简单干涉”对话框 干涉检查结果 区域的 结果对象 下拉列表中选择 高亮显示的面对 选

项，在要高亮显示的面下拉列表中选择仅第一对选项，此时将显示图 8.2.7b 所示的第一对干涉平面。

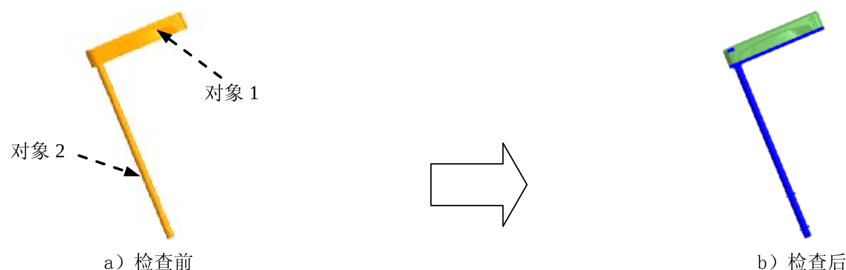


图 8.2.7 “高亮显示面”干涉检查

（3）在“简单干涉”对话框干涉检查结果区域的要高亮显示的面下拉列表中选择在所有对之间循环选项，系统将显示显示下一对按钮，单击显示下一对按钮，模型中将依次显示所有干涉平面。

（4）单击“简单干涉”对话框中的取消按钮，完成简单干涉检查操作。

第 9 章　产品的自顶向下设计

9.1　自顶向下产品设计概述

自顶向下设计（Top-Down Design）是一种先进的模块化的设计思想，是一种从整体到局部的设计思想，即产品设计由系统布局、总图设计、部件设计到零件设计的一种自上而下、逐步细化的设计过程。

自顶向下设计（Top-Down Design）符合产品的实际开发流程。进行自顶向下设计时，设计者从系统角度入手，针对设计目的，综合考虑形成产品的各种因素，确定产品的性能、组成以及各部分的相互关系和实现方式，形成产品的总体方案；在此基础上分解设计目标，分派设计任务到分系统具体实施；分系统从上级系统获得关键数据和定位基准，并在上级系统规定的边界内展开设计，最终完成产品开发。

通过该过程，确保设计由原始的概念开始，逐渐地发展成熟为具有完整零部件造型的最终产品，把关键信息放在一个中心位置，在设计过程中通过捕捉中心位置的信息，传递到较低级别的产品结构中。如果改变这些信息，将自动更新整个系统。

自顶向下设计（Top-Down Design）方法主要包括以下特点。

（1）自顶向下的设计方法可以获得较好的整体造型，尤其适合以项目小组形式展开并行设计，极大提高产品更新换代的速度，加快新产品的上市时间。

（2）零件之间彼此不会互相牵制，所有重要变动可以由主架构来控制，设计弹性较大。

（3）零件彼此间的关联性较低，机构可预先拆分给不同的人员进行设计工作，充分实现设计分工及同步设计，从而缩短设计时程，使得产品能较早进入市场。

（4）可以在骨架模型中指定产品规格的参数，然后在全参数的系统中随意调整，理论上只要变动骨架模型中的产品规格参数，就可以产生一个新的机构。

（5）先期的规划时程较长，进入细部设计可能会需要经过较长的时间。

9.2　WAVE 几何链接器

WAVE（What-if Alternative Value Engineering）是一种实现产品装配的各组件间关联建模的技术，提供了实际工程产品设计中所需要的自顶向下的设计环境。WAVE 的存在不仅使得上下级之间的部件实现了外形和尺寸等的传递性（相关性），在同级别中也实现了有传

递性。本节将介绍创建同级别间传递性的一般操作过程。

1．创建链接部件

WAVE 几何链接器是用于组件之间关联性复制几何体的工具。一般来讲，关联性复制几何体可以在任意两个组件之间进行，可以是同级组件，也可以在上下级组件之间。创建链接部件的一般操作过程如下。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch09.02\WAVE.prt。

Step2．在左侧的资源工具条区单击装配导航器按钮，在装配导航器区的空白处右击，在弹出的快捷菜单中选择 WAVE 模式选项。

Step3．在装配导航器区选择 WAVE 选项并右击，在弹出的快捷菜单中选择 WAVE ▸ ➡ 创建链接部件命令，系统弹出图 9.2.1 所示的“创建链接部件”对话框。



图 9.2.1 “创建链接部件”对话框

Step4．在“创建链接部件”对话框中单击 指定部件名 按钮，系统弹出图 9.2.2 所示的“选择部件名”对话框。

Step5．在“选择部件名”对话框的 文件名(N): 文本框中输入链接部件名 WAVE_02，并单击 OK 按钮，系统回到“创建链接部件”对话框。



图 9.2.2 “选择部件名”对话框

Step6．在“创建链接部件”对话框中选择 MODEL 选项，单击 确定 按钮，完成链接部件的创建，如图 9.2.3 所示。

2．编辑链接部件

从模型上得到所需的信息后要对创建的链接部件进一步细化。下面就上述例子继续讲

解链接部件的编辑步骤。

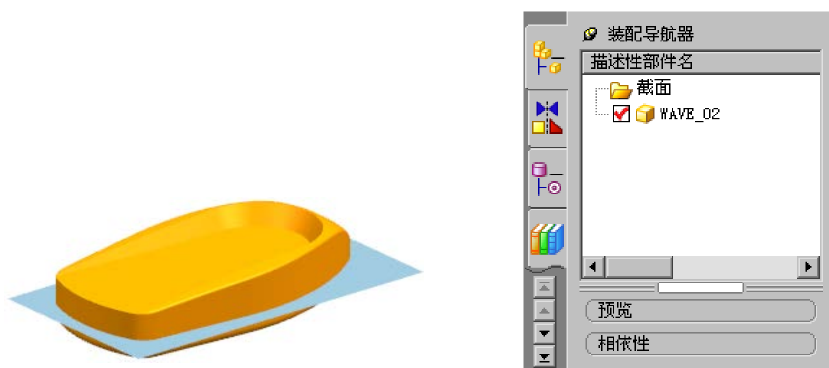


图 9.2.3　创建链接部件

Step1. 分割实体。选择下拉菜单插入(S) ➡ 修剪(T) ➡ 修剪体(T)...命令，系统弹出“修剪体”对话框。

Step2. 选取图 9.2.4 所示的实体为修剪的目标体，单击鼠标中键，然后选取图 9.2.4 所示的曲面为刀具体。

Step3. 单击< 确定 >按钮，完成修剪体的创建。

Step4. 隐藏分割面。选择下拉菜单编辑(E) ➡ 显示和隐藏(H) ➡ 隐藏(H)...命令，系统弹出“类选择”对话框。

Step5. 选取图 9.2.5 所示的曲面，单击确定按钮，完成分割面的隐藏操作，结果如图 9.2.6 所示。

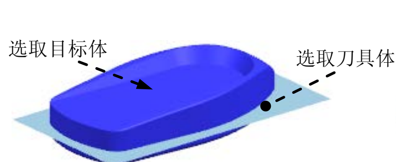


图 9.2.4　选取修剪体特征参照

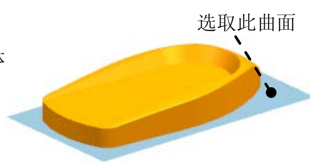


图 9.2.5　选取隐藏曲面



图 9.2.6　隐藏分割面

Step6. 选择下拉菜单文件(F) ➡ 保存(S)命令。

9.3　自顶向下设计一般过程和方法

自顶向下设计（Top Down Design）是 WAVE 的重要应用之一（图 9.3.1），通过在装配中建立产品的总体参数或整体造型，并将控制几何对象的关联性复制到相关组件，来实现控制产品的细节设计。

在自顶向下设计过程中，当产品的总体参数被修改时，则“装配”控制的相关组件的属性也会随之自动更新，但是被控组件参数的修改不能传递到总组件。下面以简易优盘外

壳设计为例，说明自顶向下设计的一般方法。

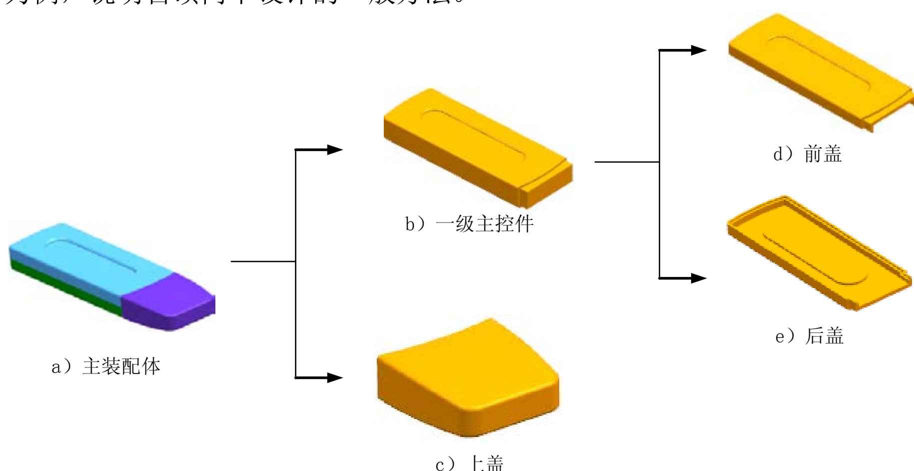


图 9.3.1　自顶向下设计

Stage1. 创建主装配体

Step1. 新建文件。选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令；在 模板 区域中选取模板类型为 模型；在 名称 文本框中输入文件名称 MEMORY_UNIT.prt；单击 确定 按钮，进入建模环境。

Step2. 创建图 9.3.2 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 XY 基准平面为草图平面，绘制图 9.3.3 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 对称值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 2.5；在 布尔 区域的下拉列表中选择 无 选项。单击 < 确定 > 按钮，完成拉伸特征 1 的创建。

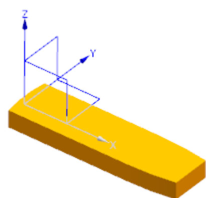


图 9.3.2　拉伸特征 1

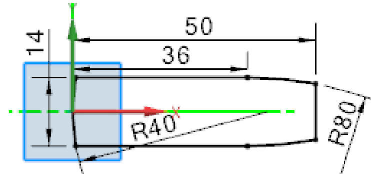


图 9.3.3　绘制截面草图

Step3. 创建图 9.3.4 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 ZX 基准平面为草图平面，绘制图 9.3.5 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 贯通 选项；在 结束 下拉列表中选择 贯通 选项；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求差 选项，采用系统默认的求和对象。

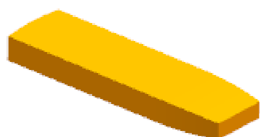


图 9.3.4　拉伸特征 2

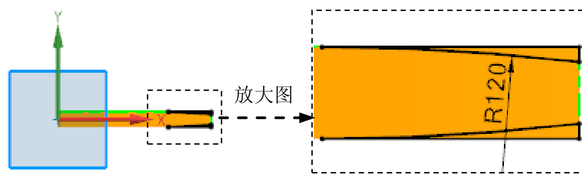
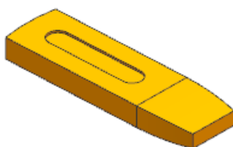


图 9.3.5　绘制截面草图

Step4. 创建图 9.3.6 所示的拉伸特征 3。选择下拉菜单插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 拉伸(E)...命令；选取图 9.3.7 所示的模型表面为草图平面，绘制图 9.3.8 所示的截面草图；单击按钮调整拉伸方向，在距离文本框中输入值 0，在结束下拉列表中选择值选项；在距离文本框中输入值 0.5，在布尔区域的下拉列表中选择求差选项。


图 9.3.6　拉伸特征 3

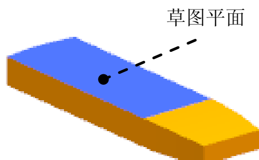


图 9.3.7　定义草图平面

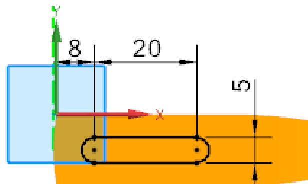
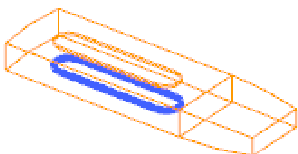
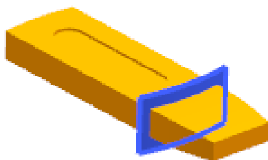


图 9.3.8　绘制截面草图

Step5. 创建图 9.3.9 所示的镜像特征 1。选择下拉菜单插入(S) ➡ 关联复制(A) ➡ 镜像特征(M)...命令；选取拉伸特征 3 为要镜像的特征，选取 XY 基准平面作为镜像平面。

Step6. 创建图 9.3.10 所示的拉伸曲面 1。选择下拉菜单插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 拉伸(E)...命令；选取 XY 基准平面为草图平面，绘制图 9.3.11 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择对称值选项，并在其下的距离文本框中输入值 5；在布尔区域的下拉列表中选择无选项。


图 9.3.9　镜像特征 1


图 9.3.10　拉伸曲面 1

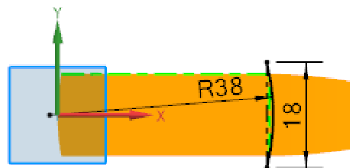
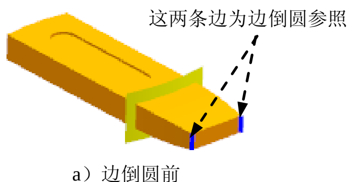
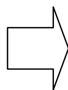


图 9.3.11　截面草图

Step7. 创建边倒圆特征 1。选择下拉菜单插入(S) ➡ 细节特征(L) ➡ 边倒圆(E)...命令；选取图 9.3.12a 所示的两条边线为边倒圆参照，在半径 1文本框中输入值 2。



a）边倒圆前



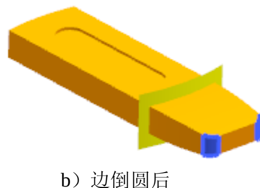
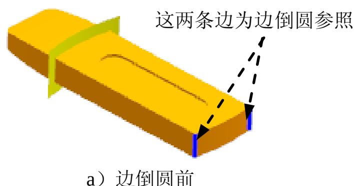
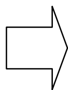

b）边倒圆后

图 9.3.12　边倒圆特征 1

Step8. 创建图 9.3.13 所示的边倒圆特征 2。选取图 9.3.12a 所示的两条边线为边倒圆参照，并在半径 1文本框中输入值 1。



a）边倒圆前



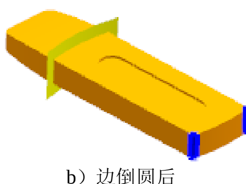

b）边倒圆后

图 9.3.13　边倒圆特征 2

Step9．创建图 9.3.14 所示的边倒圆特征 3。选取图 9.3.14a 所示的两条边链为边倒圆参照，并在半径 1文本框中输入值 0.5。

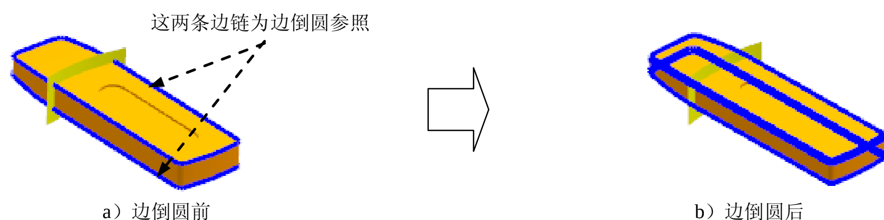


图 9.3.14　边倒圆特征 3

Step10．创建图 9.3.15 所示的倒斜角特征。选取图 9.3.15a 所示的边为倒斜角参照，并在距离文本框中输入值 0.3。

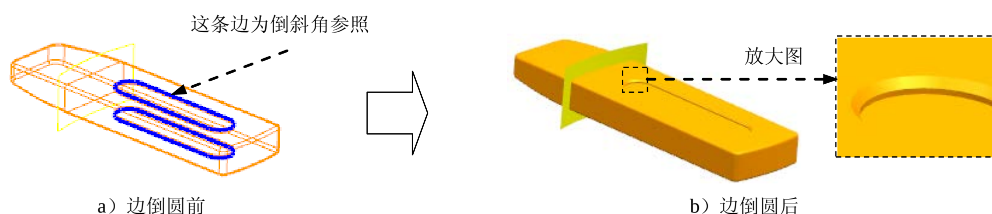


图 9.3.15　倒斜角特征

Step11．选择下拉菜单文件(F) ➡ 保存(S)命令，保存零件模型。

Stage2．创建一级控件

Step1．在左侧的资源工具条区单击装配导航器按钮，在装配导航器区的空白处右击，在弹出的快捷菜单中选择 WAVE 模式选项。

Step2．在装配导航器区选择 MEMORY_UNIT选项并右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 WAVE ➡ 新建级别命令，系统弹出图 9.3.16 所示的“新建级别”对话框。

Step3．在“新建级别”对话框中单击指定部件名按钮，系统弹出“选择部件名”对话框。

Step4．在“选择部件名”对话框的文件名(N):文本框中输入链接部件名 FIRST_CONTRL，并单击OK按钮，系统回到“新建级别”对话框。

Step5．在“新建级别”对话框中单击类选择按钮，选取图 9.3.17 所示的实体和曲面，单击“WAVE 组件间的复制”对话框中的确定按钮；系统自动弹出“新建级别”对话框，然后单击确定按钮，完成组件间的复制。

Step6．在装配导航器区选择 FIRST_CONTRL选项并右击，在弹出的快捷菜单中选择设为显示部件选项，显示一级主控件 FIRST_CONTRL。

Step7．创建图 9.3.18 所示的修剪体 1。选择下拉菜单插入(S) ➡ 修剪(T) ➡

修剪体(T)...命令；选取图 9.3.18a 所示的实体为修剪的目标体，单击鼠标中键确定；然后选取图 9.3.18a 所示的曲面为工具体，单击按钮调整保留侧。



图 9.3.16　“新建级别”对话框

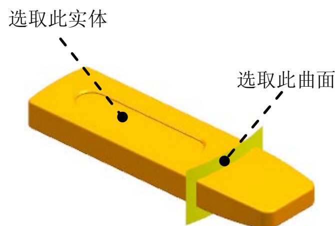


图 9.3.17　选取实体和曲面

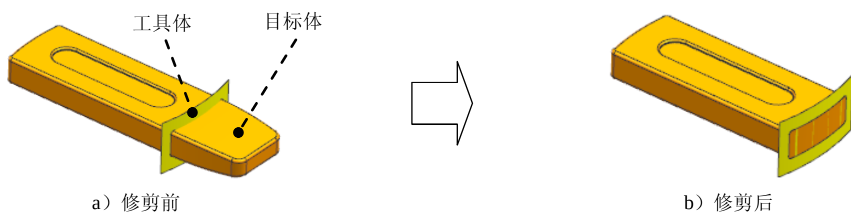


图 9.3.18　修剪体 1

Step8. 创建图 9.3.19 所示的基准平面 1。选择下拉菜单 插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)... 命令，在 类型 区域的下拉列表中选择 两直线 选项，选取图 9.3.20 所示的两条直线作为参考。

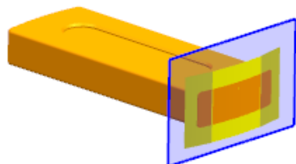


图 9.3.19　基准平面 1

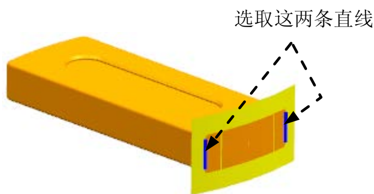


图 9.3.20　选取直线参考

Step9. 创建图 9.3.21 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令，系统弹出“拉伸”对话框。选取基准平面 1 为草图平面，绘制图 9.3.22 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，在 距离 文本框中输入值 0，在 结束 下拉列表中选择 值 选项；在 距离 文本框中输入值 2，在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项。

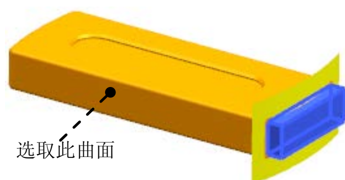


图 9.3.21　拉伸特征 1

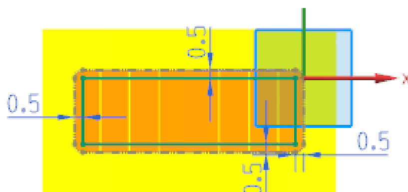


图 9.3.22　绘制截面草图

Step10. 创建图 9.3.23 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取图 9.3.23 所示的模型表面为草图平面，绘制图 9.3.24 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，在 距离 文本框中输入值-16，在 结束 下拉列表中选择 值 选项；在 距离 文本框中输入值 2，在 布尔 区域的下拉列表中选择 无 选项。

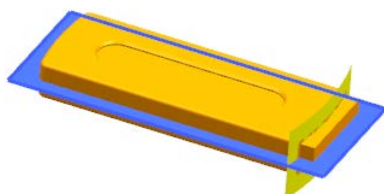


图 9.3.23 拉伸特征 2

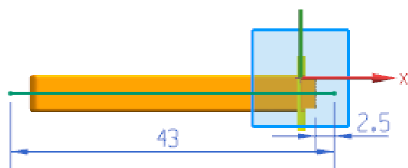


图 9.3.24 绘制截面草图

Step11. 选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存零件模型。

Stage3. 创建前盖

Step1. 在装配导航器区选择 FIRST_CONTRL 选项并右击，在弹出的快捷菜单中选择 WAVE → 新建级别 命令，系统弹出“新建级别”对话框。

Step2. 在“新建级别”对话框中单击 指定部件名 按钮，系统弹出“选择部件名”对话框。

Step3. 在“选择部件名”对话框的 文件名(N): 文本框中输入链接部件名 FRONT_COVER，并单击 OK 按钮，回到“新建级别”对话框。

Step4. 在“新建级别”对话框中单击 类选择 按钮，选取图 9.3.25 所示的实体和曲面，单击“WAVE 组件间的复制”对话框中的 确定 按钮；系统返回“新建级别”对话框，然后单击 确定 按钮，完成组件间的复制。

Step5. 设置显示部件。在左侧的资源工具条区单击装配导航器按钮，在装配导航器区选择 FRONT_COVER 选项并右击，在弹出的快捷菜单中选择 设为显示部件 选项，此时系统只显示一级主控件 FRONT_COVER。

Step6. 创建图 9.3.26 所示的修剪体 1。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪体(T)... 命令；选取图 9.3.26a 所示的实体为修剪的目标体，单击鼠标中键，然后选取图 9.3.26a 所示的曲面为工具体，定义 Z 轴的负方向为修剪方向。单击 < 确定 > 按钮，完成修剪体 1 的创建。

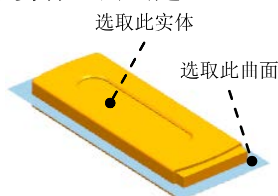


图 9.3.25 选取实体和曲面

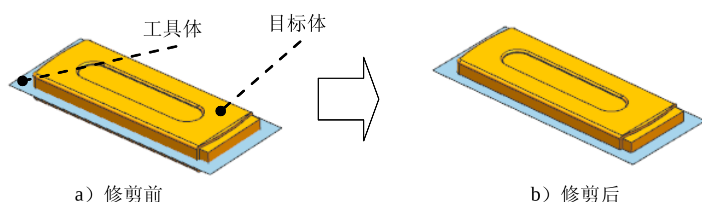


图 9.3.26 修剪体 1

Step7. 隐藏分割面。选择下拉菜单 编辑(E) → 显示和隐藏(H) → 隐藏(H)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。选取图 9.3.27 所示的曲面，单击 确定 按钮，完成分割面的隐藏操作。

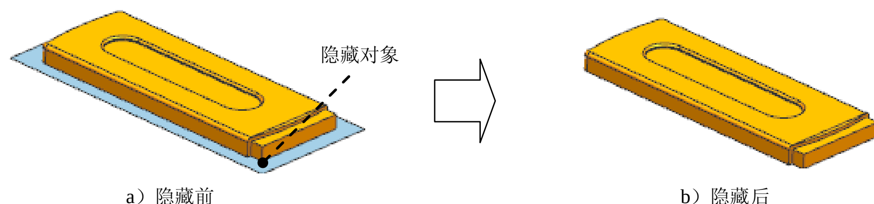


图 9.3.27　隐藏分割面

Step8. 创建图 9.3.28 所示的抽壳 1。选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 抽壳(H)... 命令；在“抽壳”对话框 类型 区域的下拉列表中选择 移除面，然后抽壳 选项；选取图 9.3.28a 所示的表面为移除面，并在 厚度 文本框中输入值 0.8，采用系统默认的抽壳方向。单击 < 确定 > 按钮，完成抽壳特征的操作。

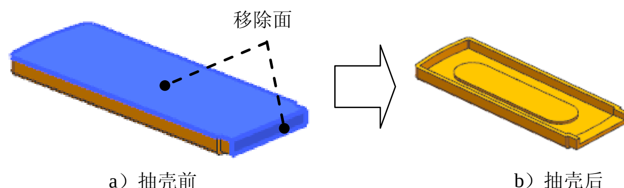


图 9.3.28　抽壳 1

Step9. 创建图 9.3.29 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取图 9.3.30 所示的模型表面为草图平面，绘制图 9.3.31 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，在 距离 文本框中输入值 0，在 结束 下拉列表中选择 值 选项；在 距离 文本框中输入值 0.4，在 偏置 区域的 偏置 下拉列表中选择 两侧 选项，在 开始 文本框中输入值 0，在 结束 文本框中输入值-0.4；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项。

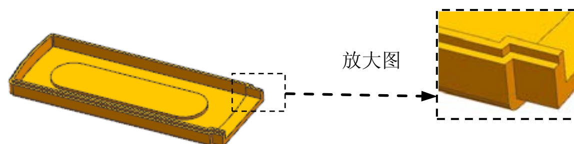


图 9.3.29　拉伸特征 1

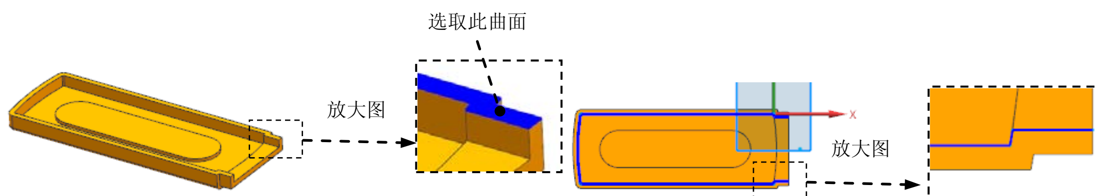


图 9.3.30　选取草绘平面

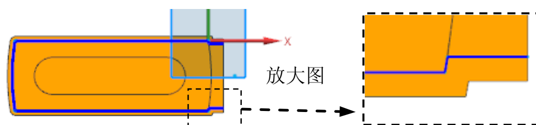


图 9.3.31　绘制截面草图

Step10. 创建图 9.3.32 所示的边倒圆特征 1。选取图 9.3.32a 所示的两条边线为边倒圆参照，并在半径 1文本框中输入值 0.3。

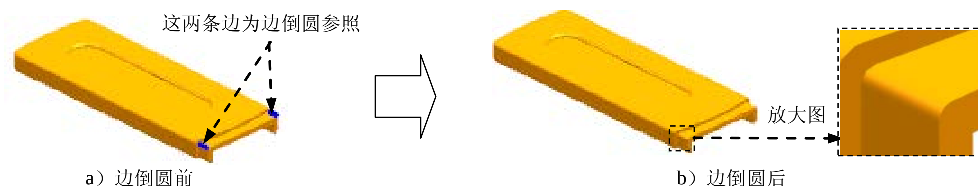


图 9.3.32 边倒圆特征 1

Step11. 选择下拉菜单文件(F) → 保存(S)命令，保存零件模型。

Stage4. 创建后盖

Step1. 切换至2. FIRST_CONTRL.prt窗口，在装配导航器区选择FIRST_CONTRL选项并右击，在弹出的快捷菜单中选择WAVE → 新建级别命令，系统弹出“新建级别”对话框。

Step2. 在“新建级别”对话框中单击指定部件名按钮，系统弹出“选择部件名”对话框。

Step3. 在“选择部件名”对话框的文件名(N):文本框中输入链接部件名 BACK_COVER，并单击OK按钮，回到“新建级别”对话框。

Step4. 在“新建级别”对话框中单击类选择按钮，选取图 9.3.33 所示的实体和曲面，单击“WAVE 组件间的复制”对话框中的确定按钮；系统返回“新建级别”对话框，然后单击确定按钮，完成组件间的复制。

Step5. 在装配导航器区选择BACK_COVER选项并右击，在弹出的快捷菜单中选择设为显示部件选项，显示一级主控件 BACK_COVER。

Step6. 创建图 9.3.34 所示的修剪体 1。选择下拉菜单插入(S) → 修剪(T) → 修剪体(T)...命令；选取图 9.3.34a 所示的实体为修剪的目标体，单击鼠标中键，然后选取图 9.3.34a 所示的曲面为工具体，单击按钮调整修剪方向。

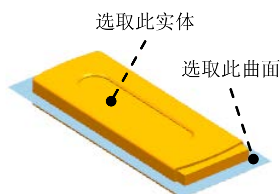


图 9.3.33 选取实体和曲面

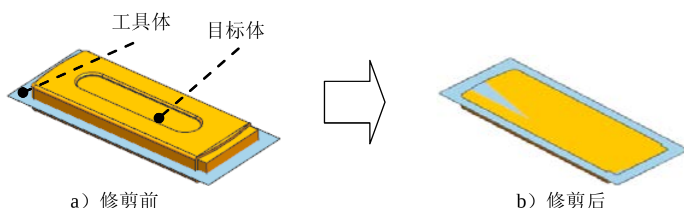


图 9.3.34 修剪体 1

Step7. 隐藏分割面。选择下拉菜单编辑(E) → 显示和隐藏(H) → 隐藏(H)...命令，系统弹出“类选择”对话框。选取图 9.3.35 所示的曲面，单击确定按钮，完成分割面的

隐藏操作。

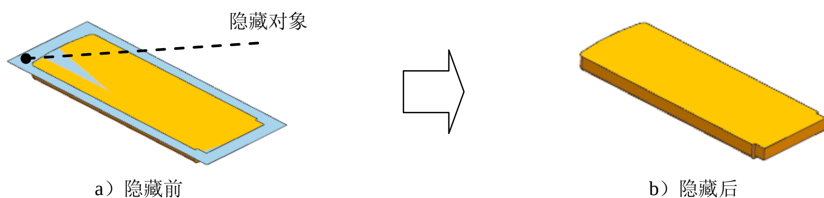


图 9.3.35 隐藏分割面

Step8. 创建图 9.3.36 所示的抽壳 1。选择下拉菜单插入(S) ➡ 偏置/缩放(O) ➡ 抽壳(H)... 命令，在类型区域的下拉列表中选择移除面，然后抽壳选项；选取图 9.3.36a 所示的表面为移除面，并在厚度文本框中输入值 0.8，采用系统默认抽壳方向。单击< 确定 >按钮，完成抽壳特征 1 的操作，结果如图 9.3.36b 所示。

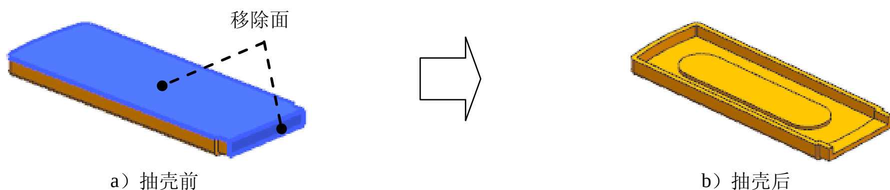


图 9.3.36 抽壳特征 1

Step9. 创建图 9.3.37 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单插入(S) ➡ 设计特征(E) ➡ 拉伸(E)...命令；选取图 9.3.38 所示的模型表面为草图平面，绘制图 9.3.39 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，在距离文本框中输入值 0，在结束下拉列表中选择值选项；在距离文本框中输入值 0.4，在偏置区域的偏置下拉列表中选择两侧选项，在开始文本框中输入值 0，在结束文本框中输入值 0.4；在布尔区域的下拉列表中选择求差选项。

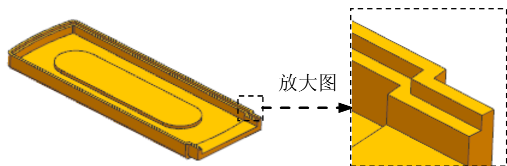


图 9.3.37 拉伸特征 1

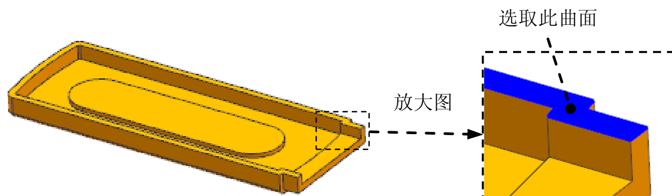


图 9.3.38 选取草绘平面

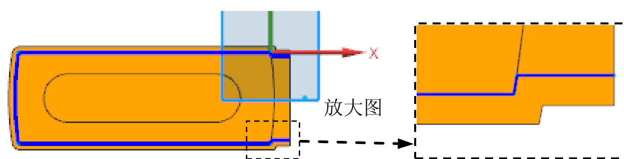


图 9.3.39 绘制截面草图

Step10. 选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存零件模型。

Stage5. 创建上盖

Step1. 切换至 4. MEMORY_UNIT.prt 窗口。

Step2. 在装配导航器区选择 MEMORY_UNIT 选项并右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 WAVE ▸ → 新建级别 命令。

Step3. 在“新建级别”对话框中单击 指定部件名 按钮，系统弹出“选择部件名”对话框。

Step4. 在“选择部件名”对话框的 文件名(N): 文本框中输入链接部件名 TOP_COVER 并单击 OK 按钮，系统回到“新建级别”对话框。

Step5. 在“新建级别”对话框中单击 类选择 按钮，选取图 9.3.40 所示的实体和曲面，单击“WAVE 组件间的复制”对话框中的 确定 按钮；系统自动弹出“新建级别”对话框，然后单击 确定 按钮，完成组件间的复制。

Step6. 设置显示部件。在装配导航器区选择 TOP_COVER 选项并右击，在弹出的快捷菜单中选择 设为显示部件 选项，此时系统只显示一级主控件 TOP_COVER。

Step7. 创建图 9.3.41 所示的修剪体 1。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) ▸ → 修剪体(T)... 命令；选取图 9.3.41a 所示的实体为修剪的目标体，单击鼠标中键确定；然后选取图 9.3.41a 所示的曲面为工具体，单击 按钮调整保留侧。

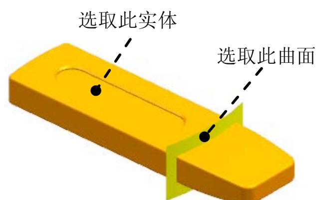


图 9.3.40 选取实体和曲面

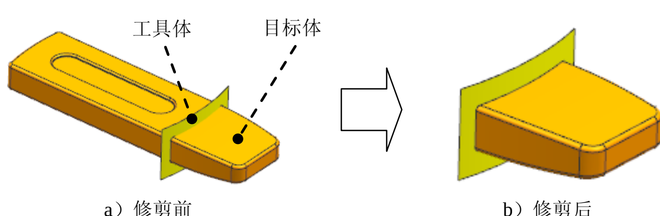


图 9.3.41 修剪体 1

Step8. 隐藏分割面。选择下拉菜单 编辑(E) → 显示和隐藏(H) → 隐藏(H)... 命令，系统弹出“类选择”对话框。选取图 9.3.42a 所示的曲面，单击 确定 按钮，完成分割面的隐藏操作。

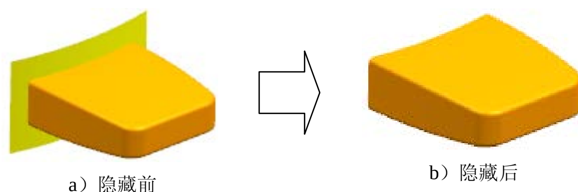


图 9.3.42　隐藏分割面

Step9. 创建图 9.3.43 所示的抽壳特征 1。选择下拉菜单插入(S) ➡ 偏置/缩放(O) ➡ 抽壳(H)... 命令；在类型区域的下拉列表中选择移除面，然后抽壳选项；选取图 9.3.43a 所示的表面为移除面，并在厚度文本框中输入值 0.4，采用系统默认抽壳方向。

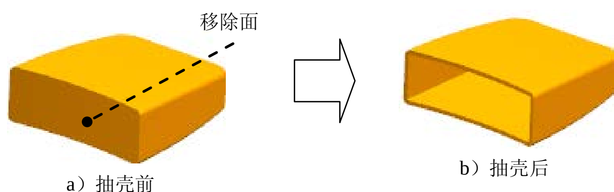


图 9.3.43　抽壳特征 1

Step10. 选择下拉菜单文件(F) ➡ 保存(S)命令，保存零件模型。

9.4　自顶向下设计综合应用——手提式手电设计

图 9.4.1 所示的是一款手提式手电模型，主要包括左侧外壳、右侧外壳、灯罩、开关和玻璃镜片部件，如图 9.4.1 所示。根据该产品模型的结构特点，可以使用自顶向下设计方法对其进行设计，其自顶向下设计流程如图 9.4.2 所示。

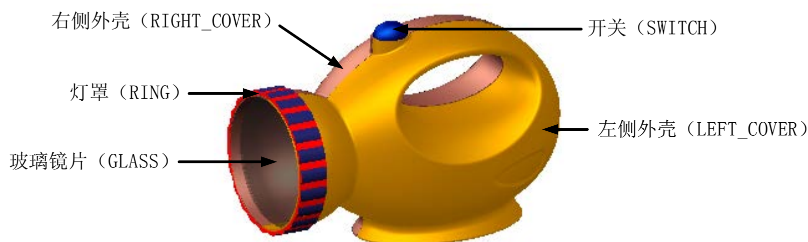


图 9.4.1　手提式手电模型

9.4.1　创建一级主控件——骨架模型

下面讲解一级控件（FLASHLIGHT.prt）骨架模型的创建过程，一级控件在整个设计过程中起着十分重要的作用，它不仅为二级控件提供原始模型并且确定了手电的整体外观形状。零件模型及特征树如图 9.4.3 所示。

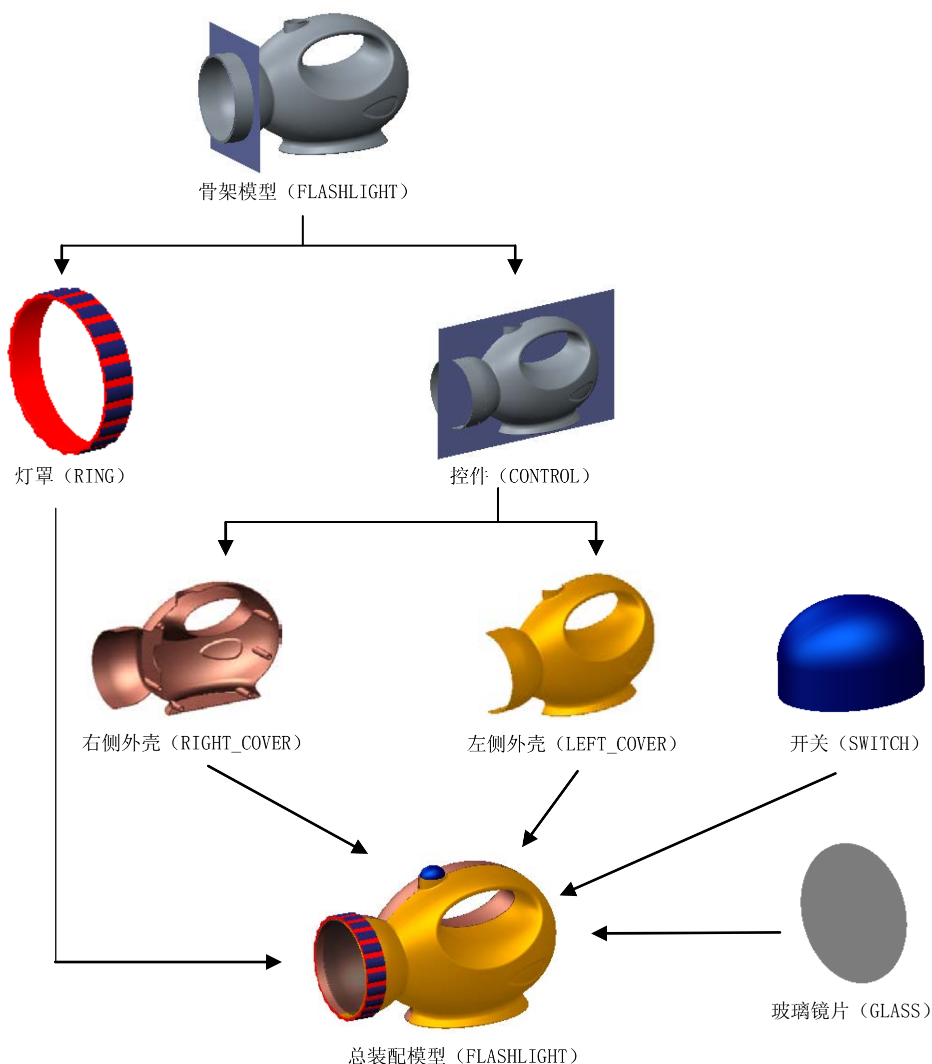


图 9.4.2　手电自顶向下设计流程

Step1. 新建模型文件。选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令，系统弹出"新建"对话框。在 模板 选项卡中选取模板类型为 模型；在 名称 文本框中输入文件名称 FLASHLIGHT；单击 确定 按钮，进入建模环境。

Step2. 创建草图 1。选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，选取 XZ 基准平面为草图平面，选中 设置 区域的 ☑ 创建中间基准 CSYS 复选框，单击 确定 按钮；绘制图 9.4.4 所示的草图。

Step3. 创建草图 2。选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，选取 XZ 基准平面为草图平面，取消选中 设置 区域的 ☐ 创建中间基准 CSYS 复选框，单击 确定 按钮，绘制图 9.4.5 所示的草图。

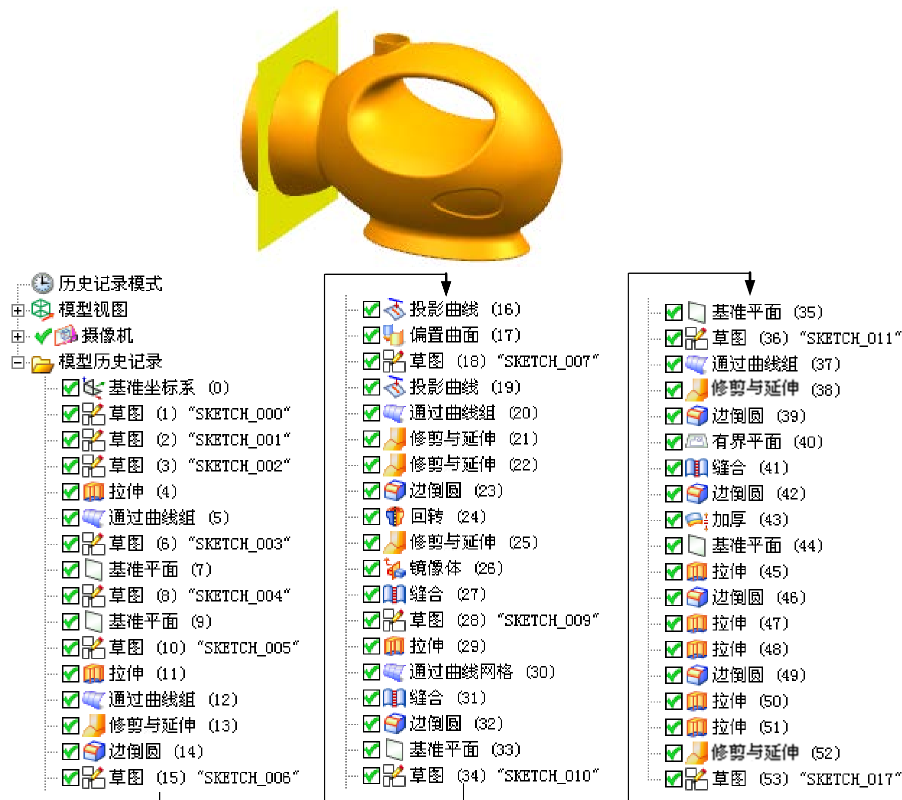


图 9.4.3　骨架模型与特征树

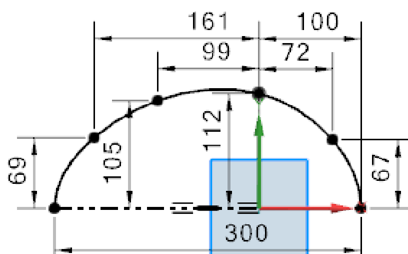


图 9.4.4　草图 1

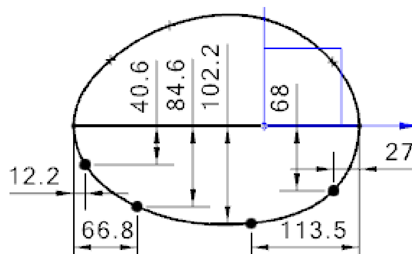


图 9.4.5　草图 2

Step4. 创建草图 3。选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，选取 XY 基准平面为草图平面；绘制图 9.4.6 所示的草图。

Step5. 创建图 9.4.7 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取图 9.4.8 所示的草图 1 和草图 2 为截面轮廓；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 20，在 布尔 区域的下拉列表中选择 无 选项，在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项，单击 < 确定 > 按钮，完成拉伸特征 1 的创建。

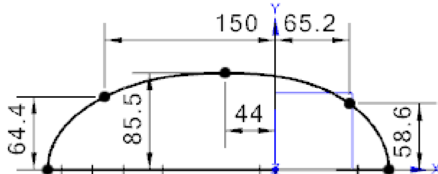
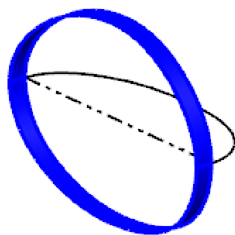


图 9.4.6　草图 3


图 9.4.7　拉伸特征 1

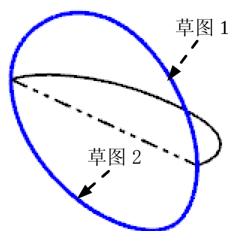
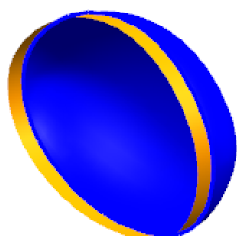


图 9.4.8　定义截面轮廓

Step6. 创建图 9.4.9 所示的通过曲线组 1。选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线组(T)... 命令；依次选取图 9.4.10 所示的曲线 1、曲线 2 和曲线 3；在 连续性 区域的 第一截面 下拉列表中选择 G1(相切) 选项，选取图 9.4.11 所示的面 1 为相切对象；在 连续性 区域的 最后截面 下拉列表中选择 G1(相切) 选项，选取图 9.4.11 所示的面 2 为相切对象；在 对齐 区域中选中 ☑ 保留形状 复选框；在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项，单击 < 确定 > 按钮，完成曲面的创建。


图 9.4.9 通过曲线组 1

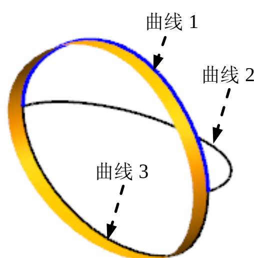


图 9.4.10 定义截面线串

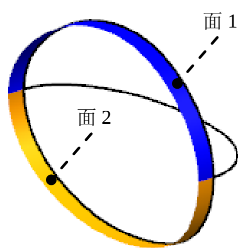


图 9.4.11　定义相切对象

Step7. 创建草图 4。选取 XZ 基准平面为草图平面；绘制图 9.4.12 所示的草图。

Step8. 创建图 9.4.13 所示的基准平面 1（本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch09.04.01\reference\文件下的语音视频讲解文件 FLASHLIGHT-r01.avi）。

Step9. 创建草图 5。选取基准平面 1 为草图平面，绘制图 9.4.14 所示的草图。

Step10. 创建图 9.4.15 所示的基准平面 2（本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch09.04.01\reference\文件下的语音视频讲解文件 FLASHLIGHT-r02.avi）。

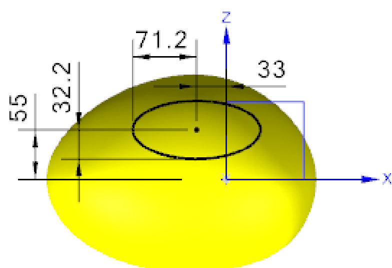


图 9.4.12　草图 4

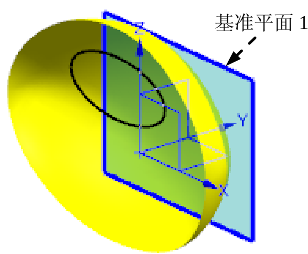


图 9.4.13　基准平面 1

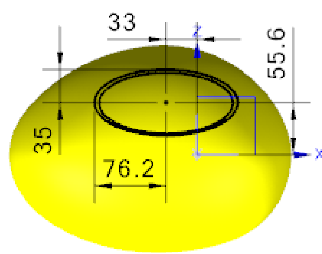


图 9.4.14　草图 5

Step11. 创建草图 6。选取基准平面 2 为草图平面，绘制图 9.4.16 所示的草图。

Step12. 创建图 9.4.17 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取草图 4 为截面轮廓；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 20，在 布尔 区域的下拉列表中选择 无 选项，在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项，单击 < 确定 > 按钮，完成拉伸特征 2 的创建。

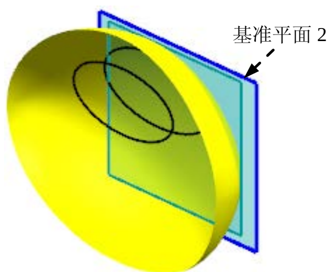


图 9.4.15　基准平面 2

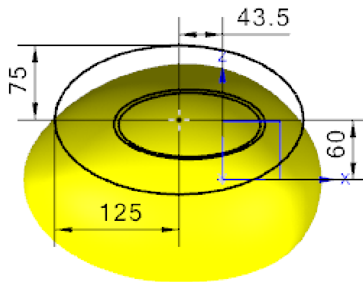


图 9.4.16　草图 6

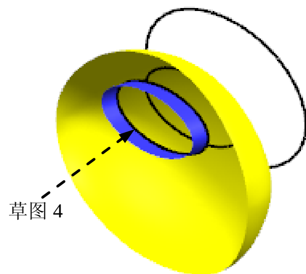


图 9.4.17　拉伸特征 2

Step13. 创建图 9.4.18 所示的通过曲线组 2。选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线组(T)... 命令；依次选取图 9.4.19 所示的草图 4、草图 5 和草图 6；在 连续性 区域的 第一截面 下拉列表中选择 G1(相切) 选项，选取曲面拉伸特征 2 为相切对象；在 连续性 区域的 最后截面 下拉列表中选择 G0(位置) 选项；在 对齐 区域中选中 ☑ 保留形状 复选框；在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项，单击 < 确定 > 按钮，完成曲面的创建。

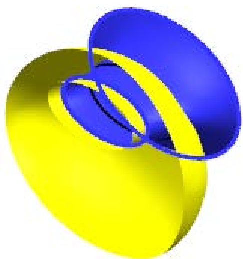


图 9.4.18　通过曲线组 2

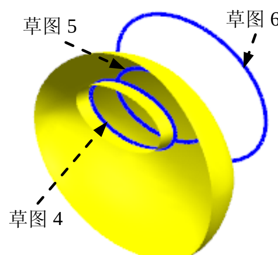


图 9.4.19　定义截面线串

Step14. 创建图 9.4.20 所示的修剪与延伸 1（隐藏拉伸特征 2）。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(N)... 命令；在 类型 下拉列表中选择 制作拐角 选项，选取通过曲线组 1 为目标体，选取通过曲线组 2 为刀具体，并定义其修剪与延伸方向如图 9.4.21 所示；单击 确定 按钮，完成修剪与延伸特征的创建。

Step15. 创建图 9.4.22b 所示的边倒圆特征 1。选择图 9.4.22 所示的边链为边倒圆参照，并在 半径 1 文本框中输入值 6。

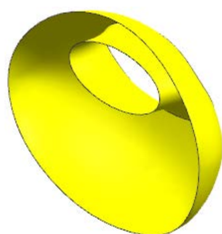


图 9.4.20　修剪与延伸 1

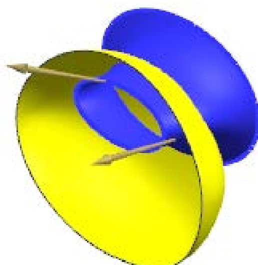
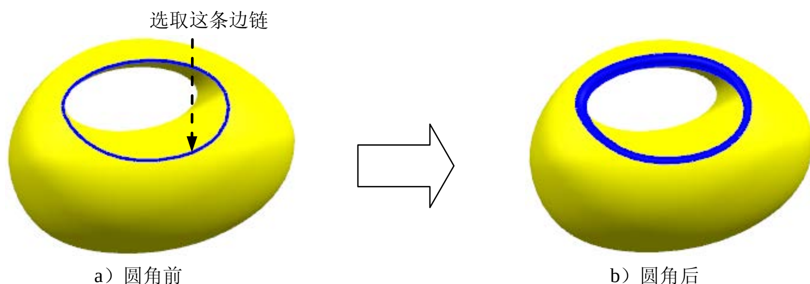


图 9.4.21　定义修剪和延伸方向



a）圆角前　　b）圆角后

图 9.4.22　边倒圆 1

Step16. 创建草图 7。选取基准平面 2 为草图平面，绘制图 9.4.23 所示的草图。

Step17. 创建图 9.4.24 所示的投影曲线 1。选择下拉菜单 插入(S) → 派生曲线(U) → 投影(P)... 命令；在 要投影的曲线或点 区域选取草图 1 为要投影的曲线，选取图 9.4.25 所示的面为投影面；在 投影方向 的 方向 下拉列表中选择 沿矢量 选项，选取 Y 轴的负方向作为矢量参考方向，其他采用系统默认对象，单击 < 确定 > 按钮，完成投影曲线 1 的创建。

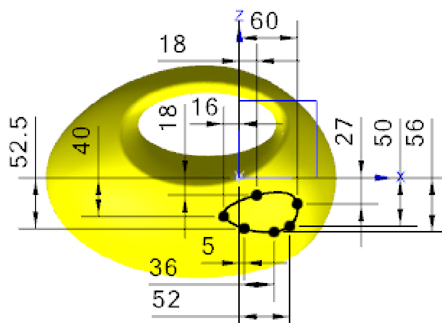


图 9.4.23　草图 7

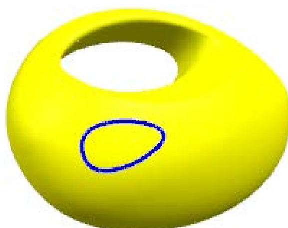


图 9.4.24　投影曲线 1

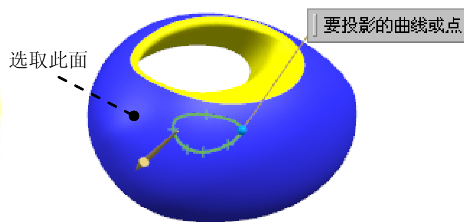


图 9.4.25　要投影的线

Step18. 创建偏置曲面 1。选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 偏置曲面(O)... 命令；选择图 9.4.26 所示的曲面为偏置曲面，单击“反向”按钮，调整曲面朝模型的内部偏置；在 偏置 1 文本框中输入偏置距离值 2，单击 < 确定 > 按钮，完成偏置曲面 1 的创建。

Step19. 创建草图 8。选取基准平面 2 为草图平面，绘制图 9.4.27 所示的草图。

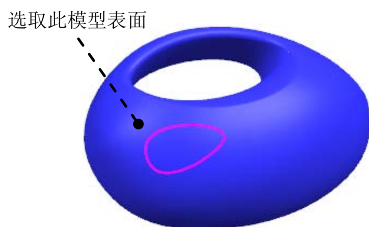


图 9.4.26　定义参照面

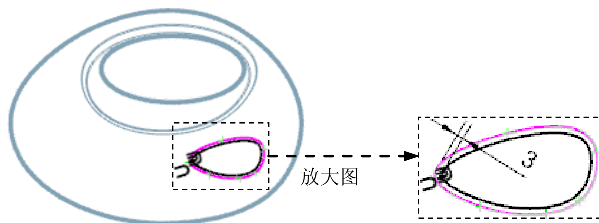


图 9.4.27　草图 8

Step20. 创建图 9.4.28 所示的投影曲线 2（隐藏通过曲线组 1）。选择下拉菜单 插入(S) → 派生曲线(U) → 投影(P)... 命令；在 要投影的曲线或点 区域选取草图 8 为要投影的曲线，选取图 9.4.29 所示偏置曲面 1 为投影面；在 投影方向 的 方向 下拉列表中选择 沿矢量 选项，选取 Y 轴的负方向作为矢量参考方向。

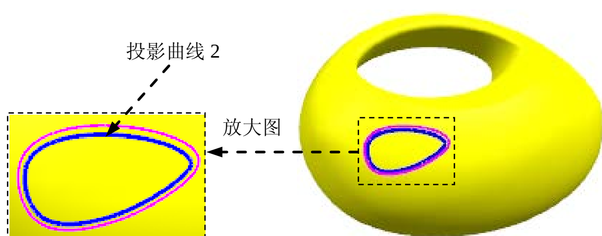


图 9.4.28　投影曲线 2

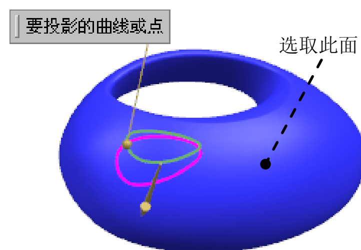


图 9.4.29　要投影的线

Step21. 创建图 9.4.30 所示的通过曲线组 3。选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线组(T)... 命令；依次选取图 9.4.31 所示的投影曲线 1 和投影曲线 2；在 对齐 区域中选中 ☑ 保留形状 复选框；在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项。

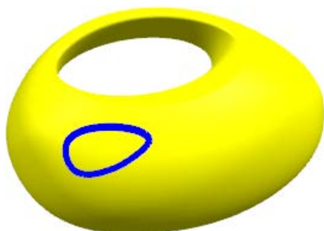


图 9.4.30　通过曲线组 3

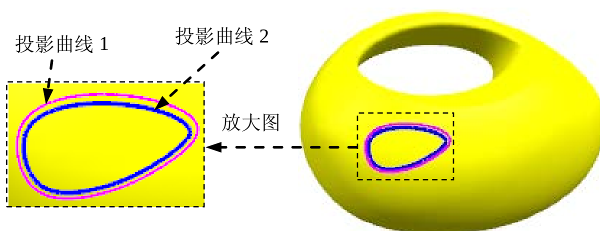
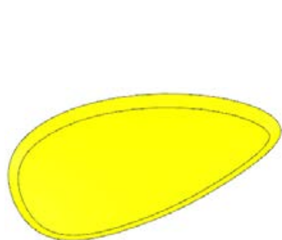


图 9.4.31　定义截面线串

Step22. 创建图 9.4.32 所示的修剪与延伸 2。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(N)... 命令；在 类型 下拉列表中选择 制作拐角 选项，选取偏置曲面 1 为目标体，选取通过曲线组 3 为刀具体，并定义其修剪与延伸方向如图 9.4.33 所示。

Step23. 创建图 9.4.34 所示的修剪与延伸 3（显示通过曲线组 1）。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(N)... 命令；在 类型 下拉列表中选择 制作拐角 选项，在特征树上选取通过曲线组 1 为目标体，选取修剪与延伸 2 为刀具体，并定义其修剪与延

伸方向如图 9.4.35 所示。


图 9.4.32 修剪与延伸 2

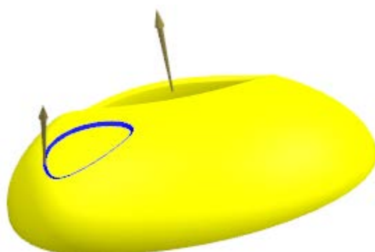

图 9.4.33 定义修剪和延伸方向


图 9.4.34 修剪与延伸 3

Step24. 创建图 9.4.36b 所示的边倒圆特征 2。选择图 9.4.36 所示的边链为边倒圆参照，在半径 1文本框中输入值 2。


图 9.4.35 定义修剪和延伸方向

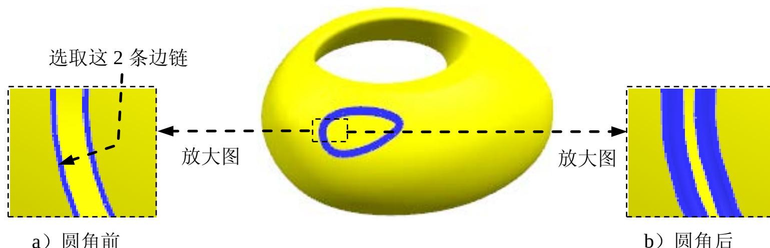
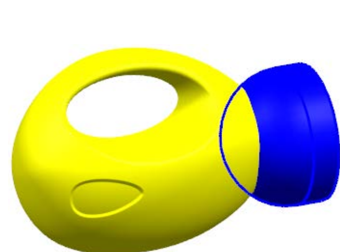


图 9.4.36 边倒圆特征 2

Step25. 创建图 9.4.37 所示的旋转特征 1。选择 插入(S) → 设计特征(E) → 旋转(R)... 命令；选取 XZ 基准平面为草图平面，绘制图 9.4.38 所示的截面草图，选取图 9.4.38 所示的直线为旋转轴；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在角度文本框中输入值 0，在结束下拉列表中选择值选项，并在角度文本框中输入值-180；在布尔区域的下拉列表中选择无选项，单击< 确定 >按钮，完成旋转特征 1 的创建。

Step26. 创建图 9.4.39 所示的修剪与延伸 4。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(N)... 命令；在类型下拉列表中选择制作拐角选项，在特征树上选取修剪与延伸 3 为目标体，选取旋转特征 1 为刀具体，并定义其修剪与延伸方向如图 9.4.40 所示；单击确定按钮，完成修剪与延伸特征的创建。


图 9.4.37 旋转特征 1

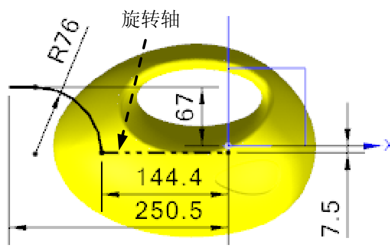
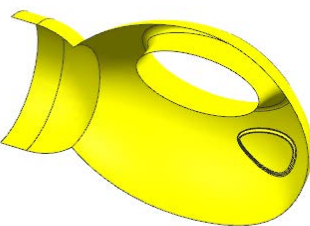


图 9.4.38 截面草图


图 9.4.39 修剪与延伸 4

Step27. 创建图 9.4.41 所示的镜像体特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A)

➡ 抽取几何特征(E)... 命令；在 类型 下拉列表中选择 镜像体 选项；选取整个片体作为要镜像的体，选取 XZ 基准平面作为镜像平面，单击 确定 按钮，完成镜像特征 1 的创建。

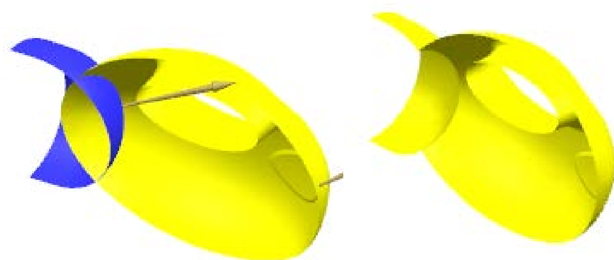
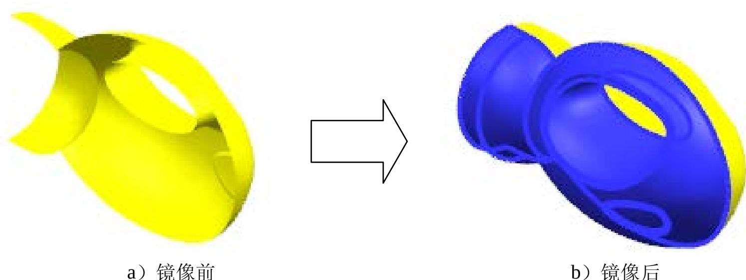


图 9.4.40　定义修剪和延伸方向



a）镜像前　　b）镜像后

图 9.4.41　镜像体特征 1

Step28. 创建缝合特征 1。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 组合(B) ▸ ➡ 缝合(W)... 命令，选取修剪与延伸 4 为目标体，选取镜像体为刀具体。

Step29. 创建图 9.4.42 所示的拉伸特征 3。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ▸ ➡ 拉伸(E)... 命令；选取 YZ 平面为草图平面，绘制图 9.4.43 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 贯通 选项；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求差 选项，采用系统默认的求差对象。

说明：此步操作旨在切除曲面中的收敛点，保证后续过程中能够加厚。

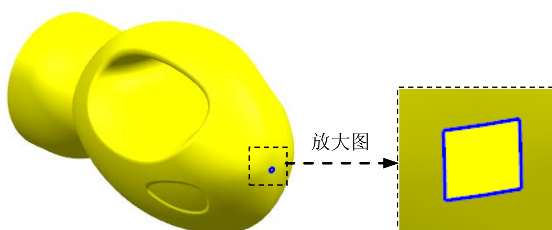


图 9.4.42　拉伸特征 3

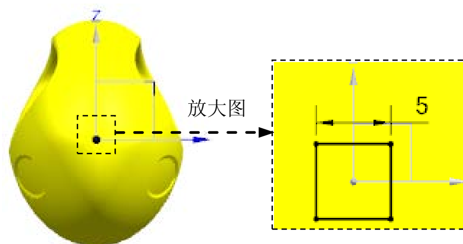


图 9.4.43　截面草图

Step30. 创建图 9.4.44 所示的通过曲线网格 1。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 网格曲面(M) ▸ ➡ 通过曲线网格(M)... 命令；依次选取图 9.4.45 所示的曲线 1、曲线 2 为主曲线；依次选取图 9.4.45 所示的曲线 3 和曲线 4 为交叉曲线；在 连续性 区域的 第一主线串 下拉列表中选择 G1(相切) 选项，并选中 ☑ 全部应用 复选框，其相切对象均为各曲线所在的面。

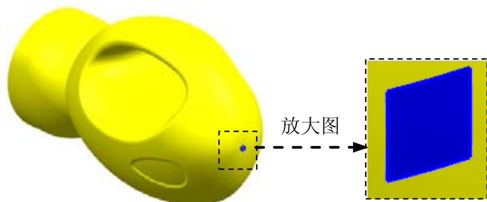


图 9.4.44　通过曲线网格 1

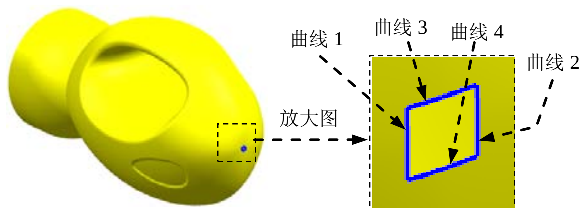


图 9.4.45　定义截面线串

Step31. 创建缝合特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 缝合(W)... 命令，在特征树中选取拉伸特征 3 为目标体，选取通过曲线网格 1 为刀具体。

Step32. 创建图 9.4.46b 所示的边倒圆特征 3。选择图 9.4.46 所示的边链为边倒圆参照，并在 半径 1 文本框中输入值 8。

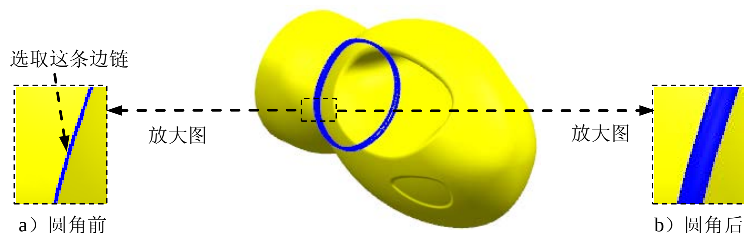


图 9.4.46　边倒圆特征 3

Step33. 创建基准平面 3（本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ ch09.04.01 \reference\文件下的语音视频讲解文件 FLASHLIGHT-r03.avi）。

Step34. 创建草图 9。选取基准平面 3 为草图平面；绘制图 9.4.47 所示的草图。

Step35. 创建图 9.4.48 所示的基准平面 4（本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video \ch09.04.01\reference\文件下的语音视频讲解文件 FLASHLIGHT-r04.avi）。

Step36. 创建草图 10。选取基准平面 4 为草图平面；绘制图 9.4.49 所示的草图。

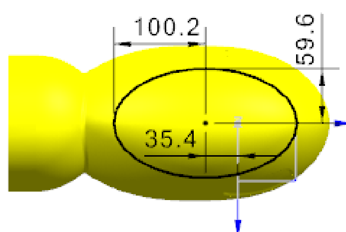


图 9.4.47　草图 9

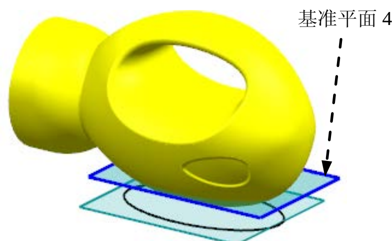


图 9.4.48　基准平面 4

Step37. 创建图 9.4.50 所示的通过曲线组 4。选择下拉菜单 插入(S) → 网格曲面(M) → 通过曲线组(T)... 命令；依次选取图 9.4.51 所示的草图 9 和草图 10；在 对齐 区域中选中 ☑ 保留形状 复选框；在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项。

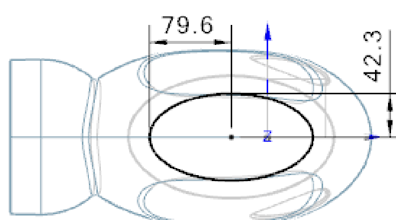


图 9.4.49　草图 10

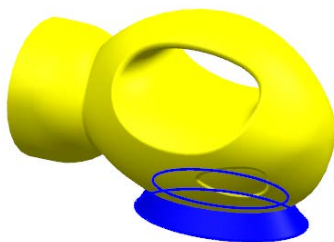


图 9.4.50　通过曲线组 4

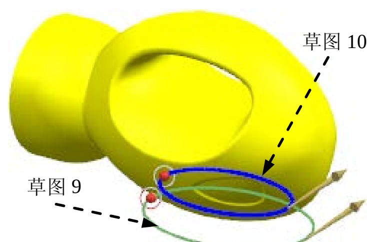


图 9.4.51　定义截面线串

Step38. 创建图 9.4.52b 所示的修剪与延伸 5。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(N)... 命令；在 类型 下拉列表中选择 制作拐角 选项，选取图 9.4.52a 所示的模型表面为目标体，选取通过曲线组 4 为刀具体，并定义其修剪与延伸方向如图 9.4.52a 所示。

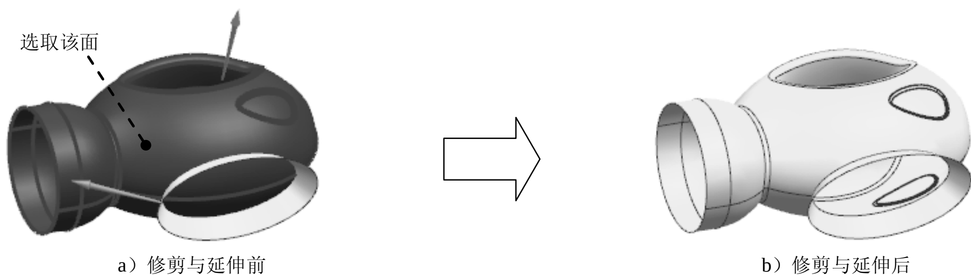


图 9.4.52　修剪与延伸 5

Step39. 创建图 9.4.53b 所示的边倒圆特征 4。选择图 9.4.53 所示的边链为边倒圆参照，并在 半径 1 文本框中输入值 10。

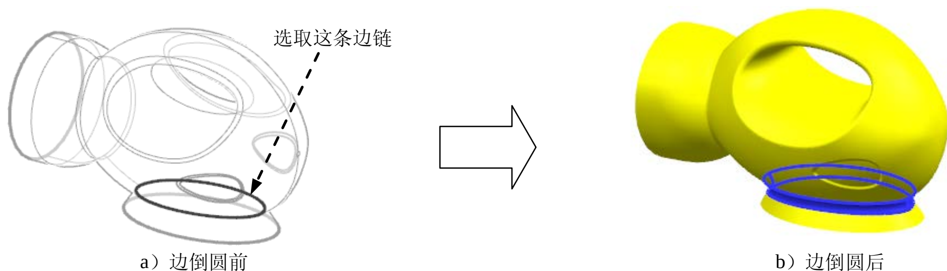


图 9.4.53　边倒圆特征 4

Step40. 创建图 9.4.54 所示的有界平面 1。选择下拉菜单 插入(S) → 曲面(R) → 有界平面(P)... 命令；选取图 9.4.55 所示的曲线串。

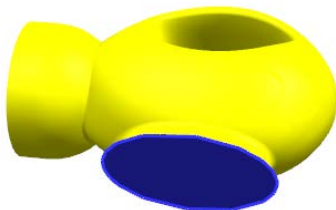


图 9.4.54　有界平面 1

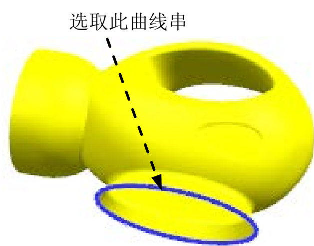


图 9.4.55　定义曲线串

Step41. 创建缝合特征 3。选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 缝合(W)... 命令，在特征树中选取修剪与延伸 5 为目标体，选取有界平面 1 为刀具体。

Step42. 创建图 9.4.56b 所示的边倒圆特征 5。选择图 9.4.56 所示的边链为边倒圆参照，并在 半径 1 文本框中输入值 2.0。

Step43. 创建图 9.4.57 所示的加厚特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 加厚(T)... 命令；在特征树中选取缝合特征 3 为加厚面，加厚方向朝模型的内部，

在偏置 1文本框中输入值 2.0。

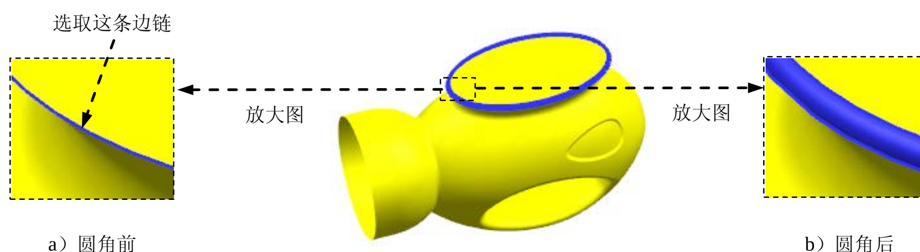


图 9.4.56　边倒圆特征 5

Step44. 创建图 9.4.58 所示的基准平面 5。选择下拉菜单插入(S) → 基准/点(D) → 基准平面(D)...命令；在类型区域的下拉列表中选择按某一距离选项，选取 XY 平面为平面参考，在偏置区域的距离文本框中输入值 115。

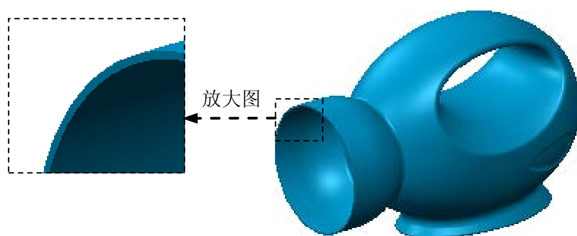


图 9.4.57　加厚特征 1

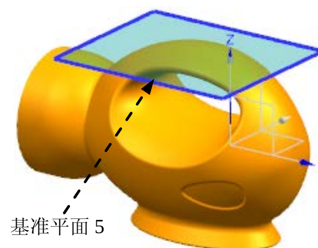


图 9.4.58　基准平面 5

Step45. 创建图 9.4.59 所示的拉伸特征 4。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令；选取基准平面 5 为草图平面，绘制图 9.4.60 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 0，在限制区域的结束下拉列表中选择直至下一个选项；在布尔区域的下拉列表中选择求和选项，采用系统默认的求和对象。

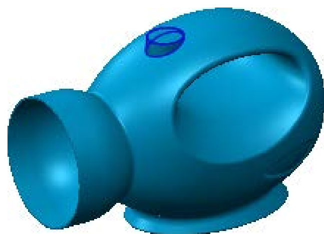


图 9.4.59　拉伸特征 4

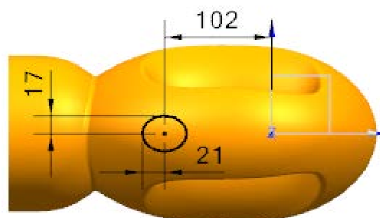


图 9.4.60　截面草图

Step46. 创建图 9.4.61b 所示的边倒圆特征 6。选择图 9.4.61 所示的边链为边倒圆参照，并在半径 1文本框中输入值 3.0。

Step47. 创建图 9.4.62 所示的拉伸特征 5。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令；选取图 9.4.63 所示的模型表面为草图平面，绘制图 9.4.64 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 0，

在限制区域的结束下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值33；在布尔区域的下拉列表中选择求和选项，采用系统默认的求和对象。

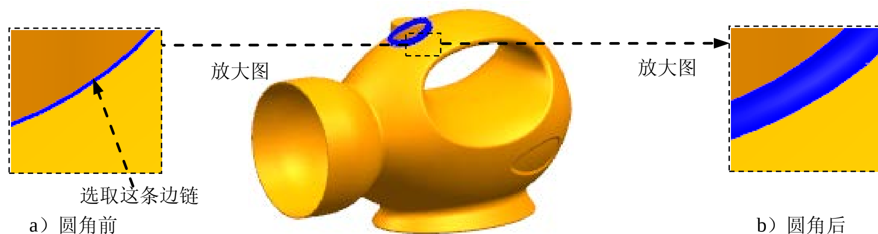


图 9.4.61　边倒圆特征 6



图 9.4.62　拉伸特征 5

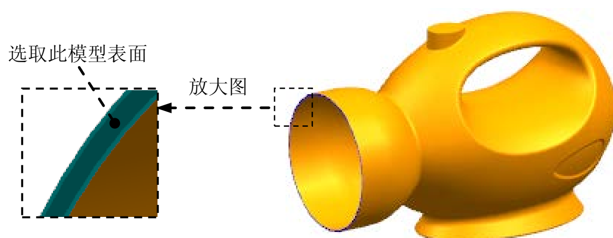


图 9.4.63　定义草图平面

Step48. 创建图 9.4.65 所示的拉伸特征 6。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取基准平面 5 为草图平面，绘制图 9.4.66 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 0，在限制区域的结束下拉列表中选择直至下一个选项；在布尔区域的下拉列表中选择求差选项，采用系统默认的求差对象。

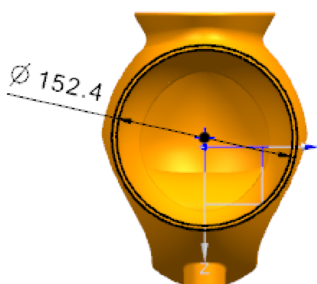


图 9.4.64　截面草图

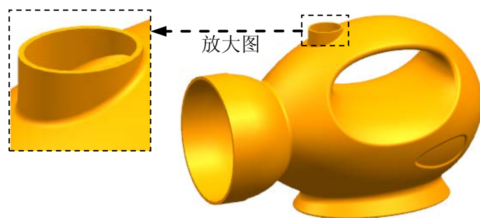


图 9.4.65　拉伸特征 6

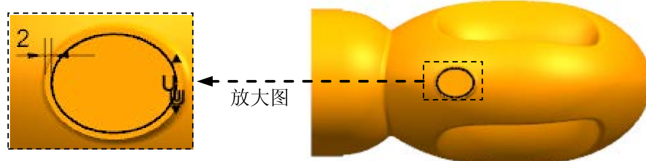


图 9.4.66　截面草图

Step49. 创建图 9.4.67b 所示的边倒圆特征 7。选择图 9.4.67 所示的边链为边倒圆参照，并在半径 1文本框中输入值 3.0。

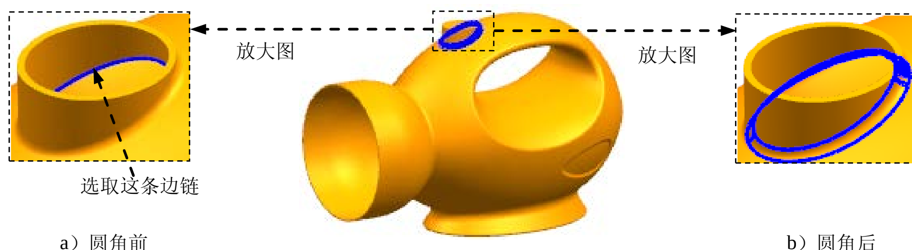


图 9.4.67　边倒圆特征 7

Step50．创建图 9.4.68 所示的拉伸特征 7。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取图 9.4.69 所示的模型表面为草图平面，绘制图 9.4.70 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 80；在 布尔 区域的下拉列表中选择 无 选项，在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项，单击 < 确定 > 按钮，完成拉伸特征 7 的创建。



图 9.4.68　拉伸特征 7

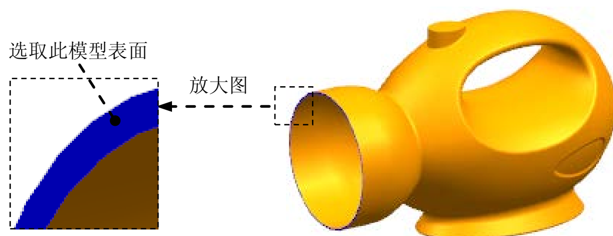


图 9.4.69　定义草图平面

Step51．创建图 9.4.71 所示的拉伸特征 8。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 XZ 平面为草图平面，绘制图 9.4.72 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 对称值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 100，在 布尔 区域的下拉列表中选择 无 选项，在 设置 区域的 体类型 下拉列表中选择 片体 选项。

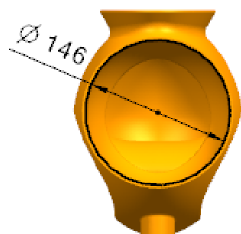


图 9.4.70　截面草图

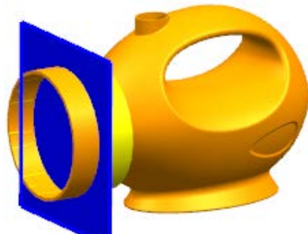


图 9.4.71　拉伸特征 8

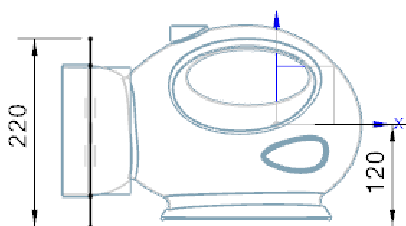
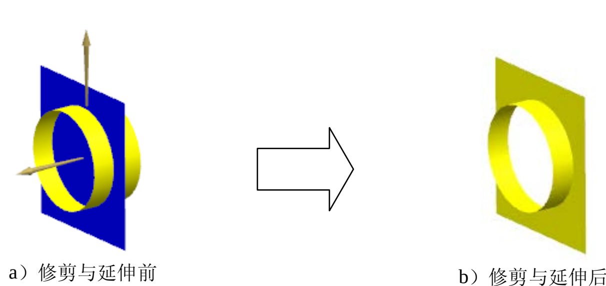


图 9.4.72　截面草图

Step52．创建图 9.4.73b 所示的修剪与延伸 6（隐藏实体）。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪与延伸(X)... 命令；选取拉伸特征 7 为目标体，选取拉伸特征 8 为刀具体，并定义其修剪与延伸方向如图 9.4.73a 所示；单击 确定 按钮，完成修剪与延伸特征的创建（显示缝合特征 1）。

Step53. 创建草图 11。选取 XZ 平面为草图平面；绘制图 9.4.74 所示的草图。



a）修剪与延伸前　　b）修剪与延伸后

图 9.4.73　修剪与延伸 6

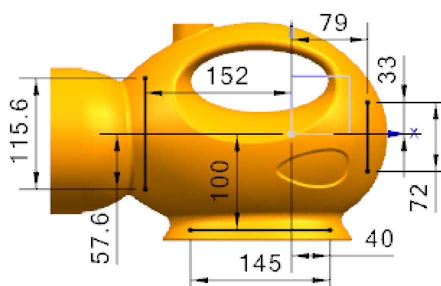


图 9.4.74　草图 11

Step54. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

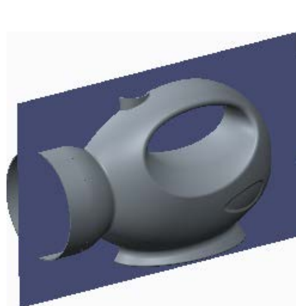
9.4.2　创建二级主控件

下面要创建的二级控件（CONTROL）是从骨架模型中分割出来的一部分，它继承了骨架模型的相应外观形状，同时它又作为控件模型为左侧外壳和右侧外壳提供相应外观和对应尺寸，保证了设计零件的可装配性。下面讲解二级主控件的创建过程，零件模型及特征树如图 9.4.75 所示。

Step1. 创建 CONTROL 层。

（1）在“装配导航器”中右击 FLASHLIGHT，在弹出的快捷菜单中选择 WAVE ▸ → 新建级别 命令，系统弹出“新建级别”对话框。单击 指定部件名 按钮，在“选择部件名”对话框的 文件名(N): 文本框中输入 CONTROL，单击 OK 按钮。

（2）单击“新建级别”对话框中的 类选择 按钮，系统弹出“WAVE 组件间的复制”对话框，选取图 9.4.76 所示的一级控件（实体、片体、参考坐标系及草图曲线）为参照，单击两次 确定 按钮，完成 CONTROL 层的创建。



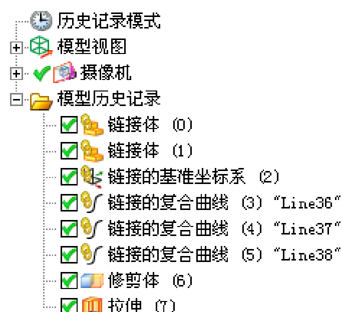


图 9.4.75　零件模型及特征树

图 9.4.76　定义参照对象

（3）在“装配导航器”中右击 CONTROL，在弹出的快捷菜单中选择 设为显示部件 命

令。

Step2. 创建图 9.4.77 所示的修剪体特征 1（隐藏链接的片体）。选择下拉菜单插入(S) → 修剪(T) → 修剪体(T)...命令；选取图 9.4.78 所示的实体为目标体，选取图 9.4.78 所示的面为工具对象，并定义其修剪方向如图 9.4.78 所示；单击确定按钮，完成修剪特征 1 的创建。



图 9.4.77 修剪体特征 1

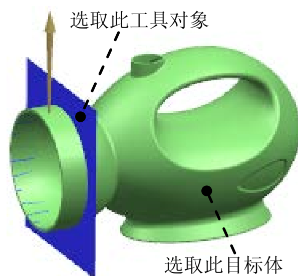


图 9.4.78 定义修剪对象

Step3. 创建图 9.4.79 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令；选取 XY 平面为草图平面，绘制图 9.4.80 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择对称值选项，并在其下的距离文本框中输入值 138，在布尔区域的下拉列表中选择无选项，在设置区域的体类型下拉列表中选择片体选项，单击<确定>按钮，完成拉伸特征 1 的创建。

Step4. 保存零件模型。选择下拉菜单文件(F) → 保存(S)命令，即可保存零件模型。

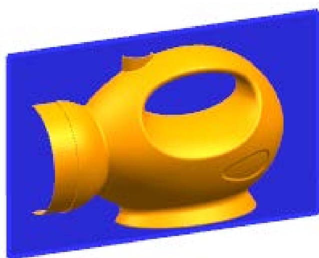


图 9.4.79 拉伸特征 1

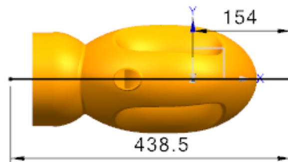


图 9.4.80 截面草图

9.4.3 创建右侧壳体

下面要创建的右侧壳体是从二级控件中分割出来，且经过必要的细化而得到最终模型。下面讲解右侧壳体（RIGHT_COVER.PRT）的创建过程，零件模型及特征树如图 9.4.81 所示。

Step1. 创建 RIGHT_COVER 层。

（1）在“装配导航器”中右击CONTROL，在弹出的快捷菜单中选择WAVE → 新建级别命令，系统弹出“新建级别”对话框。单击指定部件名按钮，在“选

择部件名”对话框的文件名(N):文本框中输入 RIGHT_COVER，单击OK按钮。

（2）单击“新建级别”对话框中的类选择按钮，系统弹出“WAVE 组件间的复制”对话框，选取图 9.4.82 所示的二级控件（实体、片体、参考坐标系及复合曲线）为参照，单击两次确定按钮，完成 RIGHT_COVER 层的创建。

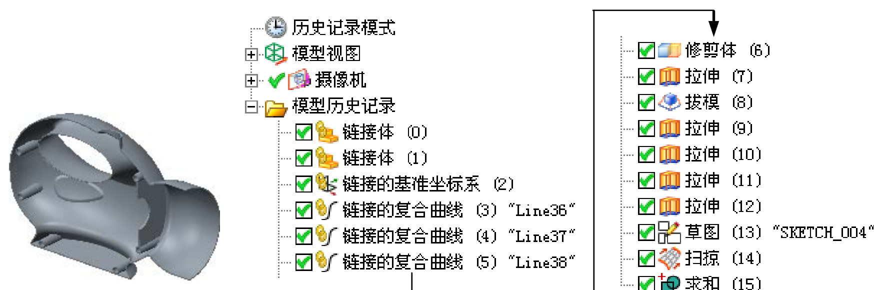


图 9.4.81　零件模型及特征树

（3）在“装配导航器”中右击 RIGHT_COVER，在弹出的快捷菜单中选择设为显示部件命令。

Step2. 创建图 9.4.83 所示的修剪体特征 1（隐藏链接片体）。选择下拉菜单插入(S) → 修剪(T) → 修剪体(T)...命令；选取图 9.4.84 所示的实体为目标体，选取图 9.4.84 所示的面为工具对象，并定义其修剪方向如图 9.4.84 所示。

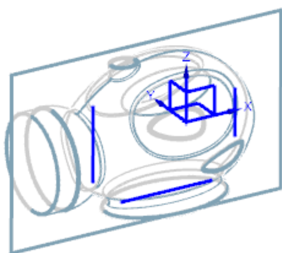


图 9.4.82　定义参照对象



图 9.4.83　修剪体特征 1

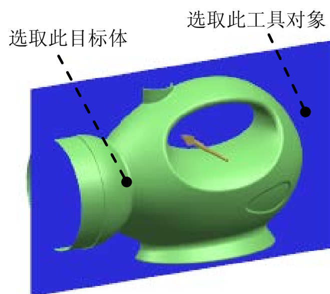


图 9.4.84　定义修剪对象

Step3. 创建图 9.4.85 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)...命令；选取 XZ 平面为草图平面，绘制图 9.4.86 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 0，在限制区域的结束下拉列表中选择直至下一个选项；在布尔区域的下拉列表中选择求和选项，采用系统默认的求和对象。

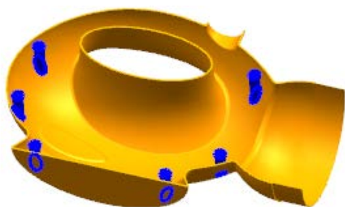


图 9.4.85　拉伸特征 1

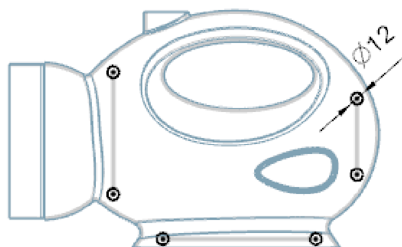
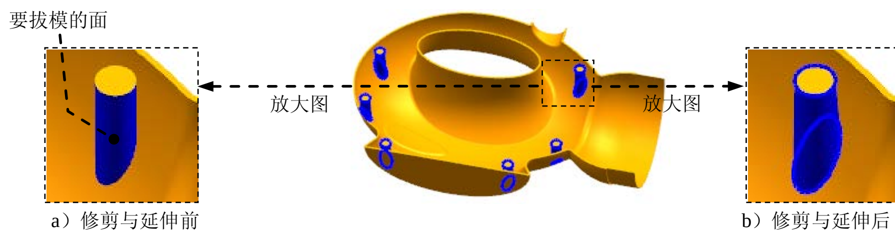


图 9.4.86　截面草图

Step4. 创建图 9.4.87 所示的拔模特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 拔模(T)... 命令；选取 Y 轴正向作为拔模方向；选取 XZ 平面作为拔模固定平面；选取图 9.4.87a 所示的圆柱侧表面（共六个）作为要加拔模角的面，在 角度 1 文本框中输入拔模角度值 2。



a）修剪与延伸前　　b）修剪与延伸后

图 9.4.87　拔模特征 1

Step5. 创建图 9.4.88 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取链接的复合曲线 1 作为截面轮廓（图 9.4.89）；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 直至下一个 选项；在 偏置 区域的 偏置 下拉列表中选择 对称 选项，在 结束 文本框中输入值 1.5；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。

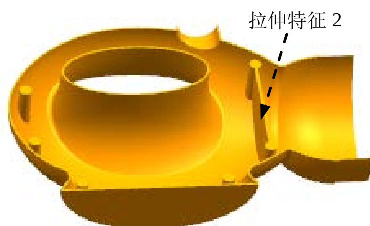


图 9.4.88　拉伸特征 2

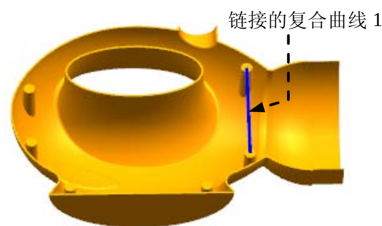
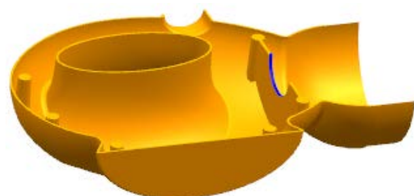


图 9.4.89　定义截面轮廓

Step6. 创建图 9.4.90 所示的拉伸特征 3。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 YZ 平面为草图平面，绘制图 9.4.91 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 150，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 贯通 选项；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求差 选项，采用系统默认的求差对象。


图 9.4.90　拉伸特征 3

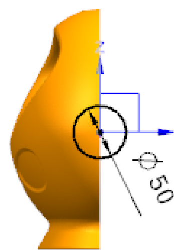


图 9.4.91　截面草图

Step7. 创建图 9.4.92 所示的拉伸特征 4。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 XZ 平面为草图平面，绘制图 9.4.93 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 5，在限制区域的结束下拉列表中选择贯通选项；在布尔区域的下拉列表中选择求差选项，采用系统默认的求差对象。

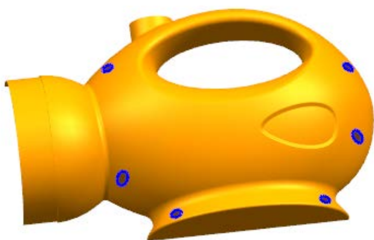


图 9.4.92　拉伸特征 4

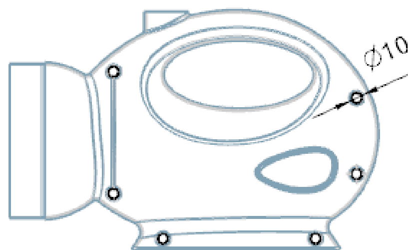


图 9.4.93　截面草图

Step8. 创建图 9.4.94 所示的拉伸特征 5。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 XZ 平面为草图平面，绘制图 9.4.95 所示的截面草图；在限制区域的开始下拉列表中选择值选项，并在其下的距离文本框中输入值 0，在限制区域的结束下拉列表中选择贯通选项；在布尔区域的下拉列表中选择求差选项，采用系统默认的求差对象。

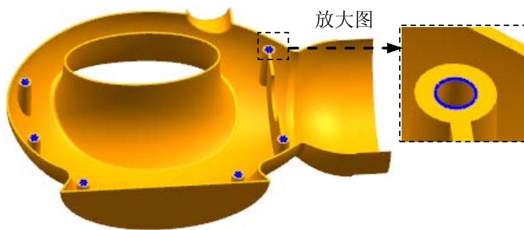


图 9.4.94　拉伸特征 5

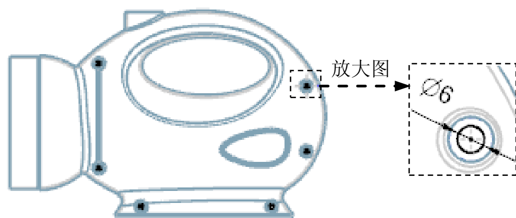


图 9.4.95　截面草图

Step9. 创建草图 1。选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，系统弹出“创建草图”对话框；在类型区域的下拉列表中选择基于路径选项；选取图 9.4.96 所示的模型边线为轨迹；在平面位置区域的位置下拉列表中选择弧长百分比选项；在弧长百分比文本框中输入值 0，单击确定按钮；绘制图 9.4.97 所示的草图。

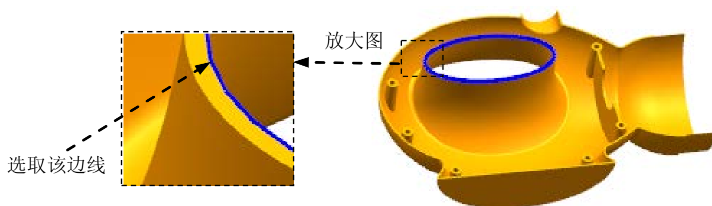


图 9.4.96　定义路径

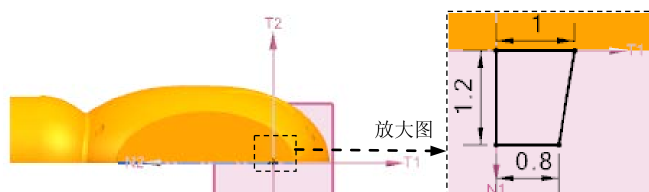


图 9.4.97　草图 1

Step10. 创建图 9.4.98 所示的扫掠特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)... 命令；选取草图 1 为截面曲线，选取图 9.4.96 所示的边线为引导线，单击 < 确定 > 按钮，完成扫掠特征 1 的创建。

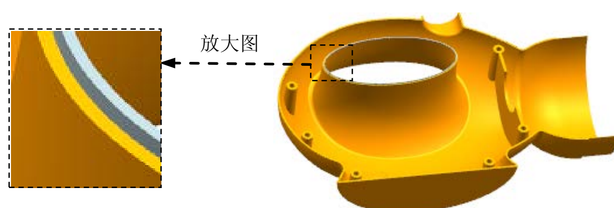


图 9.4.98　扫掠特征 1

Step11. 创建求和特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 求和(U)... 命令，在特征树中选取链接的实体为目标体，选取扫掠特征 1 为刀具体。

Step12. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

9.4.4　创建左侧壳体

下面要创建的左侧壳体是从二级控件中分割出来，且经过必要的细化而得到的最终模型。下面讲解左侧壳体（LEFT_COVER.PRT）的创建过程，零件模型及特征树如图 9.4.99 所示。

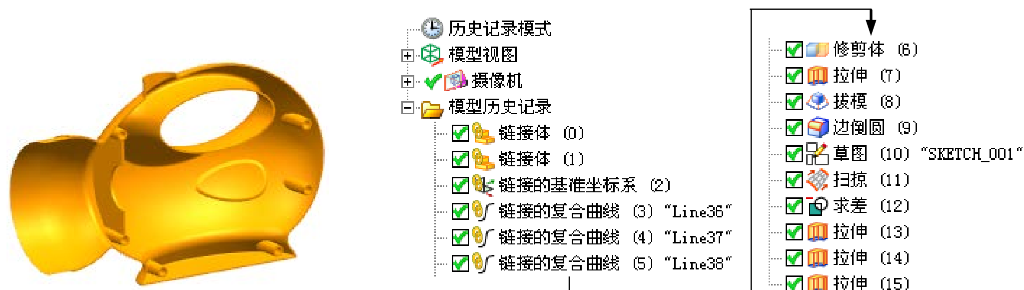


图 9.4.99　零件模型及特征树

Step1. 创建 LEFT_COVER 层。

（1）在“装配导航器”中右击☑ RIGHT_COVER，在弹出的快捷菜单中选择 显示父项 ▸ ➡ CONTROL 命令，返回至上一级。

（2）在“装配导航器”中右击☑ CONTROL，在弹出的快捷菜单中选择 WAVE ▸ ➡ 新建级别 命令，系统弹出“新建级别”对话框。单击 指定部件名 按钮，在“选择部件名”对话框的 文件名(N): 文本框中输入 LEFT_COVER，单击 OK 按钮。

（3）单击“新建级别”对话框中的 类选择 按钮，系统弹出“WAVE 组件间的复制”对话框，选取图 9.4.100 所示的二级控件（实体、片体、参考坐标系及复合曲线）为参照，单击两次 确定 按钮，完成 LEFT_COVER 层的创建。

（4）在“装配导航器”中右击☑ LEFT_COVER，在弹出的快捷菜单中选择 设为显示部件 命令。

Step2. 创建图 9.4.101 所示的修剪体特征 1(隐藏链接片体)。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 修剪(T) ▸ ➡ 修剪体(T)... 命令；选取图 9.4.102 所示的实体为目标体，选取图 9.4.102 所示的面为工具对象，并定义其修剪方向如图 9.4.102 所示。

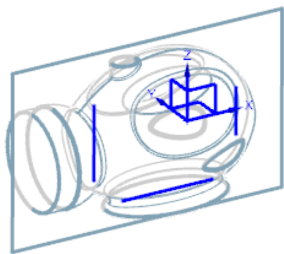


图 9.4.100　定义参照对象


图 9.4.101　修剪体特征 1

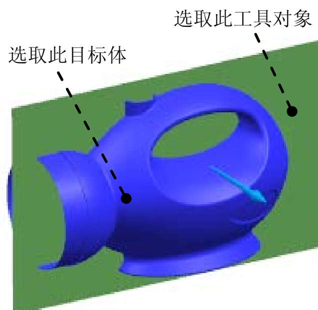
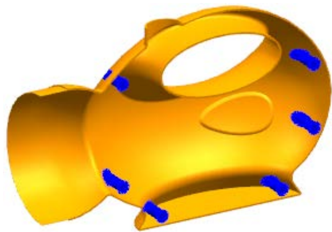


图 9.4.102　定义修剪对象

Step3. 创建图 9.4.103 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 设计特征(E) ▸ ➡ 拉伸(E)... 命令；选取 XZ 平面为草图平面，绘制图 9.4.104 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 直至下一个 选项；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。


图 9.4.103　拉伸特征 1

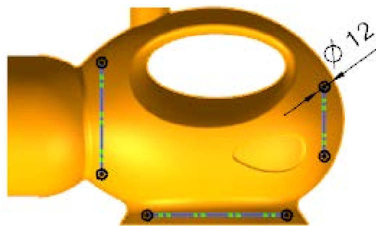


图 9.4.104　截面草图

Step4. 创建图 9.4.105 所示的拔模特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 拔模(T)... 命令；选取 Y 轴负方向作为拔模方向；选取 XZ 平面作为拔模固定平面；选取图 9.4.105a 所示的圆柱侧表面（共六个）作为要加拔模角的面，在 角度 1 文本框中输入拔模角度值 2。

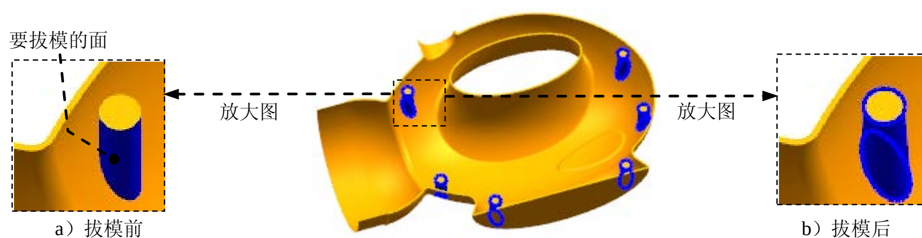


图 9.4.105 拔模特征 1

Step5. 创建图 9.4.106b 所示的边倒圆特征 1。选择图 9.4.106 所示的边链为边倒圆参照，并在 半径 1 文本框中输入值 1。

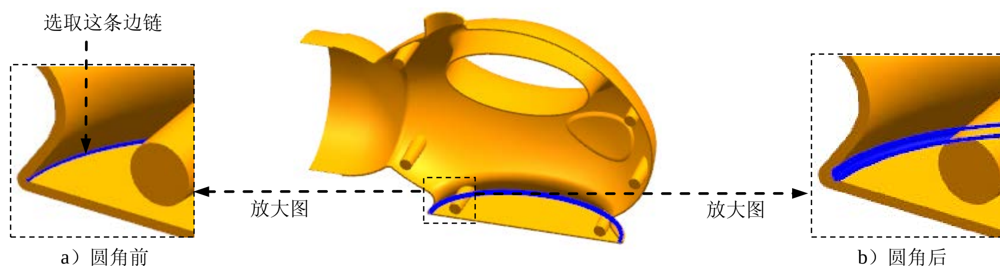


图 9.4.106 边倒圆特征 1

Step6. 创建草图 1。选择下拉菜单 插入(S) → 在任务环境中绘制草图(V)... 命令，系统弹出“创建草图”对话框；在 类型 区域的下拉列表中选择 基于路径 选项；选取图 9.4.107 所示的模型边线为轨迹；在 平面位置 区域的 位置 下拉列表中选择 弧长百分比 选项；在 弧长百分比 文本框中输入值 0，单击 确定 按钮；绘制图 9.4.108 所示的草图。

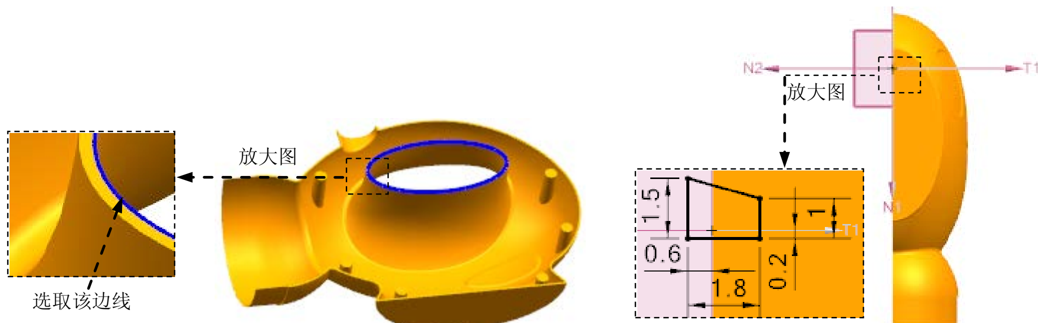


图 9.4.107 定义路径　　图 9.4.108 草图 1

Step7. 创建扫掠 1。选择下拉菜单 插入(S) → 扫掠(W) → 扫掠(S)... 命令；选取草

图 1 为截面曲线，选取图 9.4.107 所示的边线为引导线。

Step8. 创建图 9.4.109 所示的求差特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 组合(B) → 求差(S)... 命令，在特征树中选取链接的实体为目标体，选取扫掠 1 为刀具体。

Step9. 创建图 9.4.110 所示的拉伸特征 2。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取链接的复合曲线 1 作为截面轮廓（图 9.4.111）；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 直至下一个 选项；在 偏置 区域的 偏置 下拉列表中选择 对称 选项，在 结束 文本框中输入值 1.5；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。

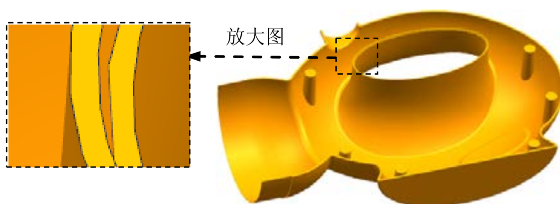


图 9.4.109　求差 1

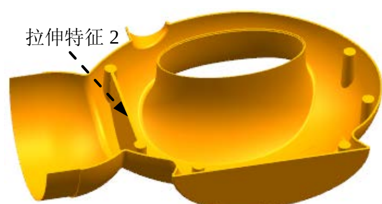


图 9.4.110　拉伸特征 2

Step10. 创建图 9.4.112 所示的拉伸特征 3。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 YZ 平面为草图平面，绘制图 9.4.113 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 150，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 贯通 选项；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求差 选项，采用系统默认的求差对象。

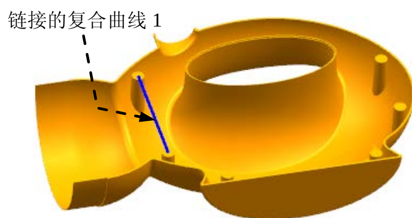


图 9.4.111　定义截面轮廓

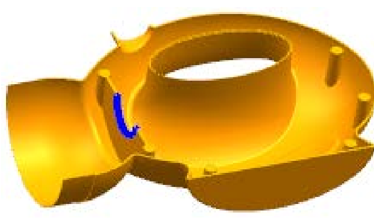


图 9.4.112　拉伸特征 3

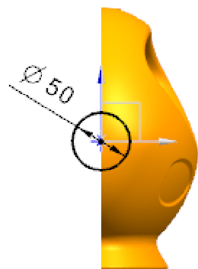


图 9.4.113　截面草图

Step11. 创建图 9.4.114 所示的拉伸特征 4。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取 XZ 平面为草图平面，绘制图 9.4.115 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 20；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求差 选项，采用系统默认的求差对象。

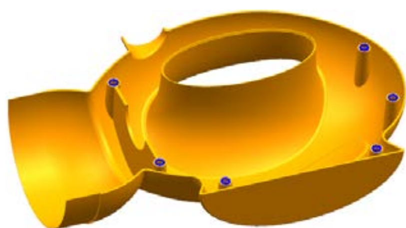


图 9.4.114　拉伸特征 4

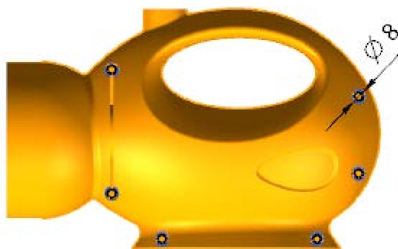


图 9.4.115　截面草图

Step12. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) ➡ 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

9.4.5　创建玻璃镜片

零件模型及特征树如图 9.4.116 所示。

Step1. 创建 GLASS 层。

（1）在“装配导航器”中右击 LEFT_COVER，在弹出的快捷菜单中选择 显示父项 ➡ FLASHLIGHT 命令。

（2）在“装配导航器”中右击 FLASHLIGHT，在弹出的快捷菜单中选择 WAVE ➡ 新建级别 命令，系统弹出“新建级别”对话框。单击 指定部件名 按钮，在“选择部件名”对话框的 文件名(N): 文本框中输入 GLASS，单击 OK 按钮。

（3）单击“新建级别”对话框中的 类选择 按钮，系统弹出“WAVE 组件间的复制”对话框，选取图 9.4.117 所示的一级控件（仅实体）为参照，单击两次 确定 按钮，完成 GLASS 层的创建。

（4）在“装配导航器”中右击 GLASS，在弹出的快捷菜单中选择 设为显示部件 命令。

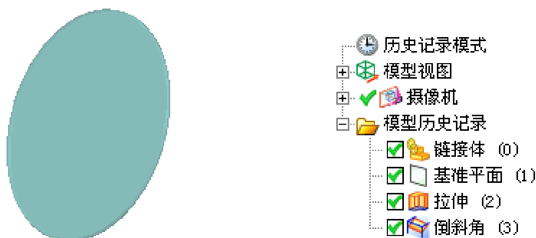


图 9.4.116　零件模型及特征树



图 9.4.117　定义参照对象

Step2. 创建图 9.4.118 所示的基准平面 1。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 基准/点(D) ➡ 基准平面(D)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 按某一距离 选项，选取图 9.4.119 所示的模型表面为平面参考，在 偏置 区域的 距离 文本框中输入值 11。

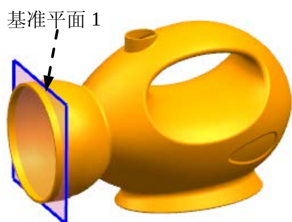


图 9.4.118　基准平面 1

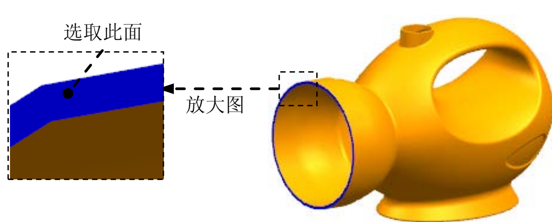


图 9.4.119　选取参考面

Step3. 创建图 9.4.120 所示的拉伸特征 1（隐藏链接的实体）。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取基准平面 1 为草图平面，绘制图 9.4.121 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 3，在 布尔 区域的下拉列表中选择 无 选项。

说明：图 9.4.121 所示的草图为手电内圈圆，如有不明可参考录像。

Step4. 创建倒斜角特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 倒斜角(C)... 命令；选择图 9.4.122 所示的边线为倒斜角参照；在 偏置 区域的 横截面 下拉列表中选择 对称 选项，并在 距离 文本框中输入值 1。

Step5. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

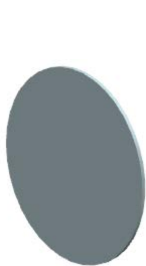


图 9.4.120　拉伸特征 1



图 9.4.121　截面草图

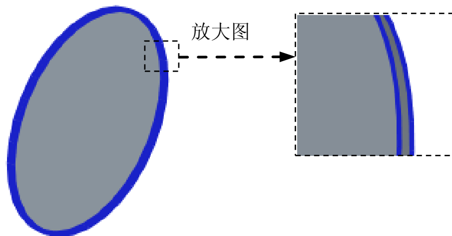


图 9.4.122　定义倒斜角参照

9.4.6　创建灯罩

零件模型及特征树如图 9.4.123 所示。

Step1. 创建 RING 层。

（1）在“装配导航器”中右击 GLASS，在弹出的快捷菜单中选择 显示父项 → FLASHLIGHT 命令，返回至上一级。

（2）在“装配导航器”中右击 FLASHLIGHT，在弹出的快捷菜单中选择 WAVE → 新建级别 命令，系统弹出“新建级别”对话框。单击 指定部件名 按钮，在“选择部件名”对话框的 文件名(N): 文本框中输入 RING，单击 OK 按钮。

（3）单击“新建级别”对话框中的 类选择 按钮，系统弹出“WAVE 组件间的复制”对话框，选取图 9.4.124 所示的一级控件（实体、片体及参考坐标系）为参照，单击两次 确定 按钮，完成 RING 层的创建。



图 9.4.123　零件模型及特征树

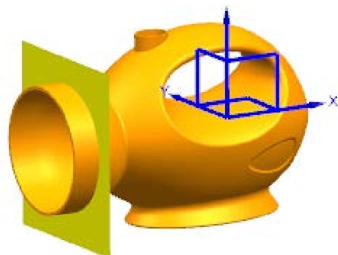


图 9.4.124　定义参照对象

（4）在“装配导航器”中右击 RING，在弹出的快捷菜单中选择 设为显示部件 命令。

Step2. 创建图 9.4.125 所示的修剪体特征 1（隐藏链接的片体）。选择下拉菜单 插入(S) → 修剪(T) → 修剪体(T)... 命令；选取图 9.4.126 所示的实体为目标体，选取图 9.4.126 所示的面为工具对象，并定义其修剪方向如图 9.4.126 所示。

Step3. 创建倒斜角特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 细节特征(L) → 倒斜角(C)... 命令；选择图 9.4.127 所示的边线为倒斜角参照；在 偏置 区域的 横截面 下拉列表中选择 对称 选项，并在 距离 文本框中输入值 1；单击 确定 按钮，完成倒斜角特征 1 的创建。

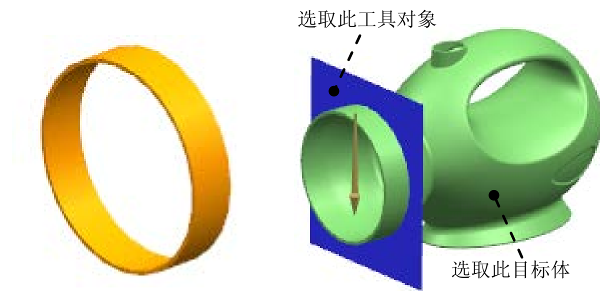


图 9.4.125　修剪体特征 1

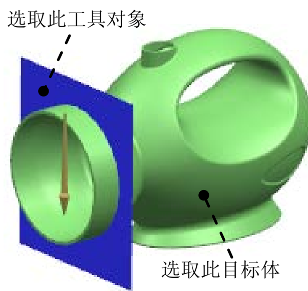


图 9.4.126　定义修剪对象

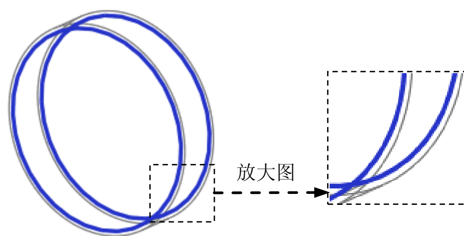


图 9.4.127　定义倒斜角参照

Step4. 创建图 9.4.128 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取图 9.4.128 所示的平面为草图平面，绘制图 9.4.129 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 33，在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项，采用系统默认的求和对象。

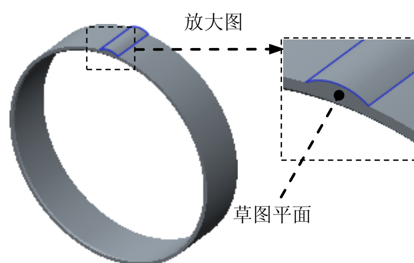


图 9.4.128　拉伸特征 1

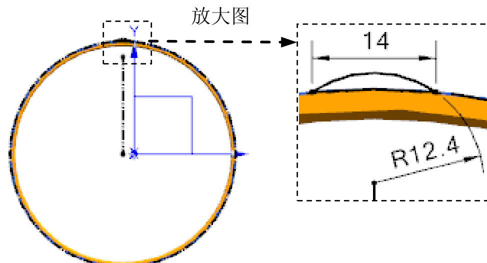


图 9.4.129　截面草图

Step5. 创建图 9.4.130 所示的阵列特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 关联复制(A) → 阵列特征(A)... 命令；在特征树中选取拉伸特征 1 为要阵列的特征。在 阵列定义 区域的 布局 下拉列表中选择 圆形 选项。选取 X 轴为旋转轴；并选取图 9.4.131 所示的圆环的圆心为指定点；在 角度方向 区域的 间距 下拉列表中选择 数量和跨距 选项，在 数量 文本框中输入值 22，在 跨角 文本框中输入值 360，单击 确定 按钮，完成阵列特征 1 的创建。

Step6. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

9.4.7　创建开关

零件模型及特征树如图 9.4.132 所示。

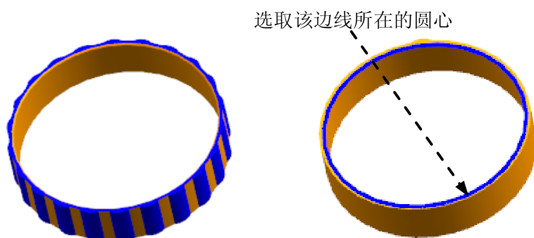


图 9.4.130　阵列特征 1

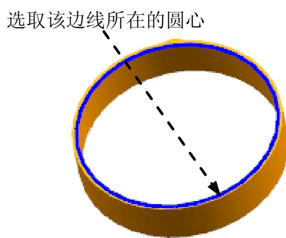


图 9.4.131　选取点



图 9.4.132　零件模型及模型树

Step1. 创建 SWITCH 层。

（1）在“装配导航器”中右击 RING，在弹出的快捷菜单中选择 显示父项 → FLASHLIGHT 命令，返回至上一级。

（2）在“装配导航器”中右击 FLASHLIGHT，在弹出的快捷菜单中选择 WAVE → 新建级别 命令，系统弹出“新建级别”对话框。单击 指定部件名 按钮，在“选择部件名”对话框的 文件名(N): 文本框中输入 SWITCH，单击 OK 按钮。

（3）单击“新建级别”对话框中的 类选择 按钮，系统弹出“WAVE 组件间的复制”对话框，选取图 9.4.133 所示的一级控件（实体和参考坐标系）为参照，单击两次 确定 按钮，完成 SWITCH 层的创建。

（4）在“装配导航器”中右击 SWITCH，在弹出的快捷菜单中选择 设为显示部件 命

令。

Step2. 创建图 9.4.134 所示的拉伸特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 设计特征(E) → 拉伸(E)... 命令；选取图 9.4.134 所示的平面为草图平面，绘制图 9.4.135 所示的截面草图；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 0，在 限制 区域的 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在其下的 距离 文本框中输入值 11，在 布尔 区域的下拉列表中选择 无 选项。

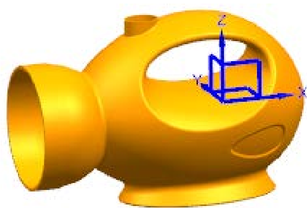


图 9.4.133　定义参照对象

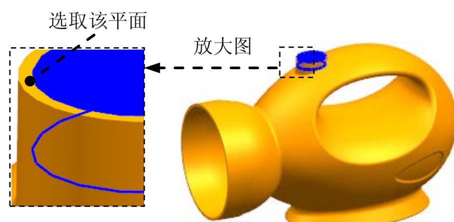


图 9.4.134　拉伸特征 1

Step3. 创建图 9.4.136 所示的旋转特征 1（隐藏链接实体）。选择 插入(S) → 设计特征(E) → 旋转(R)... 命令；选取图 9.4.136 所示的模型表面为草图平面，绘制图 9.4.137 所示的截面草图，选取图 9.4.137 所示的直线为旋转轴；在 限制 区域的 开始 下拉列表中选择 值 选项，并在 角度 文本框中输入值 0，在 结束 下拉列表中选择 值 选项，并在 角度 文本框中输入值 180；在 布尔 区域的下拉列表中选择 求和 选项，选取拉伸特征 1 为求和对象。

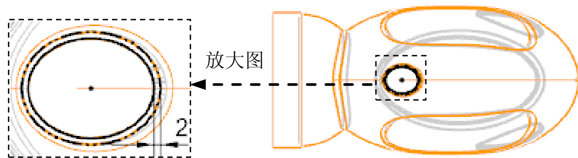


图 9.4.135　截面草图

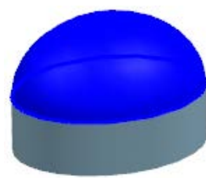


图 9.4.136　旋转特征 1

说明：图 9.4.137 所示的草图中的旋转轴与 X 轴共线。

Step4. 创建图 9.4.138 所示的抽壳特征 1。选择下拉菜单 插入(S) → 偏置/缩放(O) → 抽壳(H)... 命令；在 类型 区域的下拉列表中选择 移除面，然后抽壳 选项，选取图 9.4.138 所示的模型表面为要穿透的面，在 厚度 文本框中输入值 1.0，单击 < 确定 > 按钮，完成抽壳特征 1 的创建。

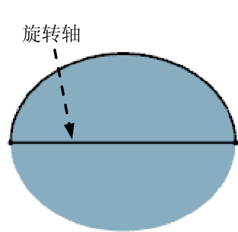


图 9.4.137　截面草图

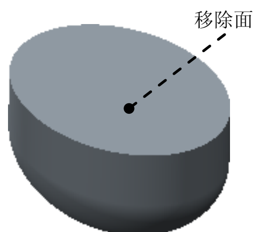


图 9.4.138　抽壳特征 1

Step5. 保存零件模型。选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存零件模型。

9.4.8 编辑模型显示

以上对模型的各个部件已经创建完成，但还不能得到清晰的装配体模型，要想得到比较清晰的装配体部件还要进行如下的简单编辑。

Step1. 在“装配导航器”中右击 SWITCH，在弹出的快捷菜单中选择 显示父项 → FLASHLIGHT 命令，返回至上一级。

Step2. 在“装配导航器”窗口中的 FLASHLIGHT 选项上右击，在弹出的快捷菜单中选择 设为工作部件 命令，对模型进行编辑。

Step3. 选择下拉菜单 编辑(E) → 显示和隐藏(H) → 隐藏(H)... 命令，系统弹出“类选择”对话框；单击“类选择”对话框 过滤器 区域中的按钮，系统弹出“根据类型选择”对话框，选择对话框列表中的 曲线、草图、片体、基准 和 点 选项，单击 确定 按钮。系统再次弹出“类选择”对话框，单击对话框的 对象 区域中的按钮；单击对话框中的 确定 按钮。

Step4. 在“装配导航器”窗口中的 FLASHLIGHT 选项上右击，在弹出的快捷菜单中选择 显示和隐藏 → 隐藏节点 命令，将骨架模型隐藏。

Step5. 在“装配导航器”窗口中的 CONTROL 选项上右击，在弹出的快捷菜单中选择 显示和隐藏 → 隐藏节点 命令，将二级控件隐藏。

Step6. 至此，完整的手电筒模型已经完成，可以对整个部件进行保存。

第 10 章　产品的运动仿真与分析

10.1　运动仿真概述

UG NX 10.0 运动仿真是在初步设计、建模、组装完成的机构模型的基础上，添加一系列的机构连接和驱动，使机构连接进行运转，从而模拟机构的实际运动，分析机构的运动规律，研究机构静止或运行时的受力情况，最后根据分析和研究的数据对机构模型提出改进和进一步优化设计的过程。

运动仿真模块是 UG NX 10.0 主要的组成部分，它可以直接使用主模型的装配文件，并可以对一组机构模型建立不同条件下的运动仿真，每个运动仿真可以独立地编辑而不会影响主模型的装配。

UG NX 10.0 机构运动仿真的主要分析和研究类型如下。

分析机构的动态干涉情况。主要是研究机构运行时各个子系统或零件之间有无干涉情况，及时发现设计中的问题。在机构设计中期对已经完成的子系统进行运动仿真，还可以为下一步的设计提供空间数据参考，以便留有足够的空间进行其他子系统的设计。

跟踪并绘制零件的运动轨迹。在机构运动仿真时，可以指定运动构件中的任一点为参考并绘制其运动轨迹，这对于研究机构的运行状况很有帮助。

分析机构中零件的位移、速度、加速度、作用力与反作用力以及力矩等。

根据分析研究的结果初步修改机构的设计。一旦提出改进意见，可以直接修改机构主模型进行验证。

生成机构运动的动画视频，与产品的早期市场活动同步。机构的运行视频可以作为产品的宣传展示，用于客户交流，也可以做为内部评审时的资料。

10.1.1　进入运动仿真模块

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.01\SCREW_MOTION.prt。

Step2. 进入运动仿真模块。选择 启动 → 运动仿真 (Q)... 命令，进入运动仿真模块；在运动导航窗口选择 motion_2，右击，在弹出的快捷菜单中选择 设为工作状态 命令，运动仿真界面如图 10.1.1 所示。

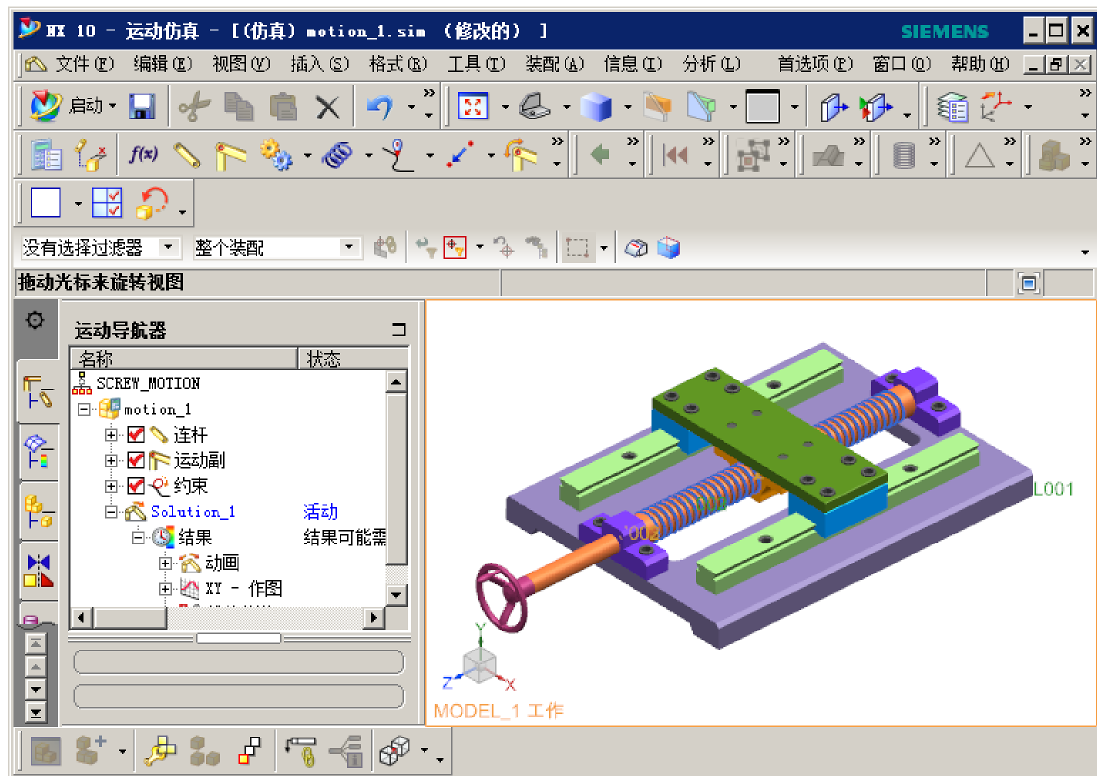


图 10.1.1　UG NX10.0 运动仿真界面

10.1.2　运动仿真模块中的菜单及按钮

在运动仿真模块中，与“机构”相关的操作命令主要位于插入(S)下拉菜单中，如图 10.1.2 所示，工具栏列出下拉菜单中常用的工具栏，如图 10.1.3 所示。

图 10.1.3 所示“运动”工具条中各按钮的说明如下。

- A（环境）：设置运动仿真的类型为运动学或动力学。
- B（主模型尺寸）：用于修改部件的特征或草图尺寸。
- C（函数管理器）：创建相应的函数并绘制图表，用于确定运动驱动的标量力、矢量力或扭矩。
- D（连杆）：用于定义机构中刚性体的部件。
- E（运动副）：用于定义机构中连杆之间的受约束的情况。
- F1（齿轮）：用于定义两个旋转副之间的相对旋转运动。
- F2（齿轮齿条副）：用于定义滑动副和旋转副之间的相对运动。
- F3（线缆副）：用于定义两个滑动副之间的相对运功。
- F4（2-3 传动副）：用于定义两个或三个旋转副、滑动副和柱面副之间的相对运动。
- G1（弹簧）：在两个连杆之间、连杆和框架之间创建一个柔性部件，使用运动副

施加力或扭矩。

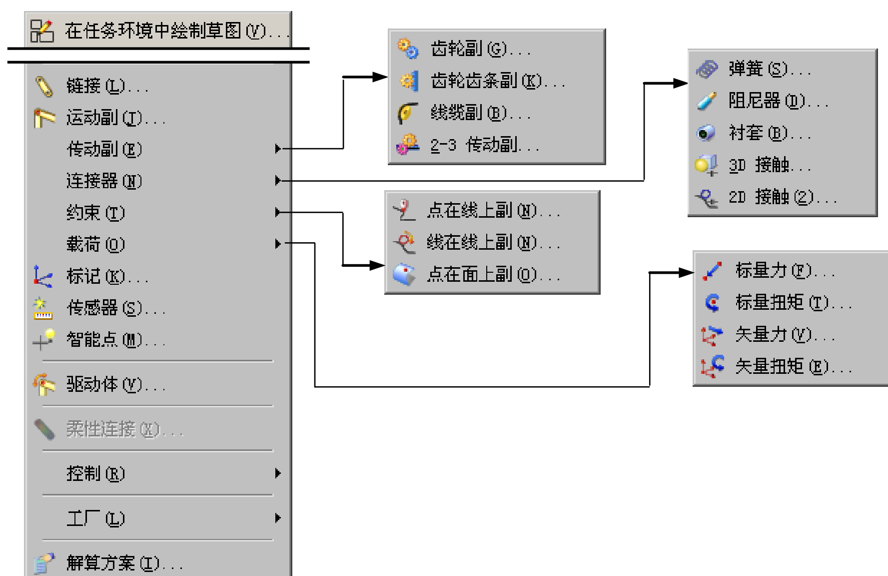


图 10.1.2 “插入”下拉菜单

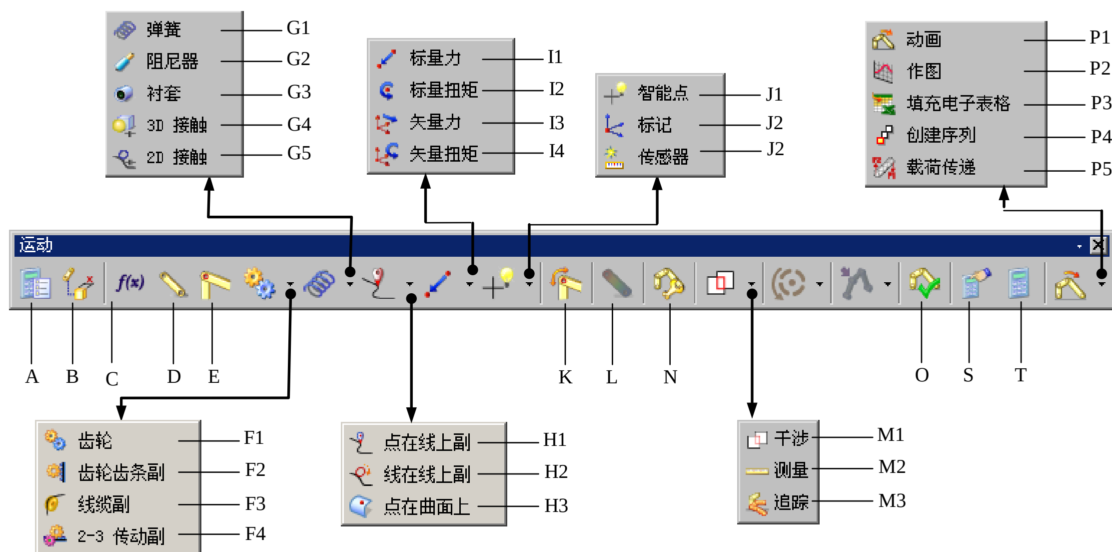


图 10.1.3 “运动”工具条

- G2（阻尼器）：在两个连杆、一个连杆和框架、一个可平移的运动副或在一个旋转副上创建一个反作用力或扭矩。
- G3（衬套）：创建圆柱衬套，用于在两个连杆之间定义柔性关系。
- G4（3D 接触）：在机构中的零件之间定义接触关系。
- G5（2D 接触）：在共面的两条曲线之间创建接触关系，使附着于这些曲线上的连杆产生与材料有关的影响。
- H1（点在线上副）：将连杆上的一个点与曲线建立接触约束。

- H2（线在线上副）：将连杆上的一条曲线与另一曲线建立接触约束。
- H3（点在曲面上）：将连杆上的一个点与面建立接触约束。
- I1（标量力）：用于在两个连杆或在一个连杆和框架之间创建标量力。
- I2（标量扭矩）：在围绕旋转副和轴之间创建标量扭矩。
- I3（矢量力）：用于在两个连杆或在一个连杆和框架之间创建一个力，力的方向可保持恒定或相对于一个移动体而发生变化。
- I4（矢量扭矩）：在两个连杆或在一个连杆和一个框之间创建一个扭矩。
- J1（智能点）：用于创建与选定几何体关联的一个点。
- J2（标记）：用于创建创一个标记，该标记必须位于需要分析的连杆上。
- J3（传感器）：创建传感器对象以监控运动对象相对仿真条件的位置。
- K（驱动）：为机构中的运动副创建一个独立的驱动。
- L（柔性连接）：定义该机构中的柔性连接。
- M1（干涉）：用于检测整个机构是否与选中的几何体之间在运动中存在碰撞。
- M2（测量）：用于测量机构中两组几何体之间的最小距离或最小夹角。
- M3（追踪）：在运动的每一步创建选中几何体对象的副本。
- N（编辑运动对象）：用于编辑连杆、运动副、力、标记或运动约束。
- O（模型检查）：用于验证所有运动对象。
- P1（动画）：根据机构在指定时间内仿真步数，执行基于时间的运动仿真。
- P2（作图）：为选定的运动副和标记创建指定可观察量的图表。
- P3(填充电子表格)：将仿真中每一步运动副的位移数据填充到一个电子表格文件。
- P4（创建序列）：为所有被定义为机构连杆的组件创建运动动画装配序列。
- P5（载荷传递）：计算反作用载荷以进行结构分析。
- S（解算方案）：创建一个新解算方案，其中定义了分析类型、解算方案类型以及特定于解算方案的载荷和运动驱动。
- T（求解）：创建求解运动和解算方案并生成结果集。

10.1.3 运动仿真参数设置

在 UG NX 10.0 运动仿真模块中，选择下拉菜单 首选项(P) → 运动(T)... 命令，系统弹出“运动首选项”对话框，如图 10.1.4 所示。该对话框主要用于设置运动仿真的环境参数，如运动对象的显示、单位、重力常数、求解器参数和后处理参数等。

图 10.1.4 所示的“运动首选项”对话框中部分选项的说明如下。

- ☑ 名称显示：该选项用于控制机构中的连杆、运动副以及其他对象的名称是否显

示在图形区中，对于打开的机构对象和以后创建的对象均有效。

- ☑ 贯通显示：该选项用于控制机构对象图标的显示效果，选中该复选框后所有对象的图标会完整显示，而不会受到模型的遮挡，也不会受到模型的显示样式（如着色、线框等）的影响。

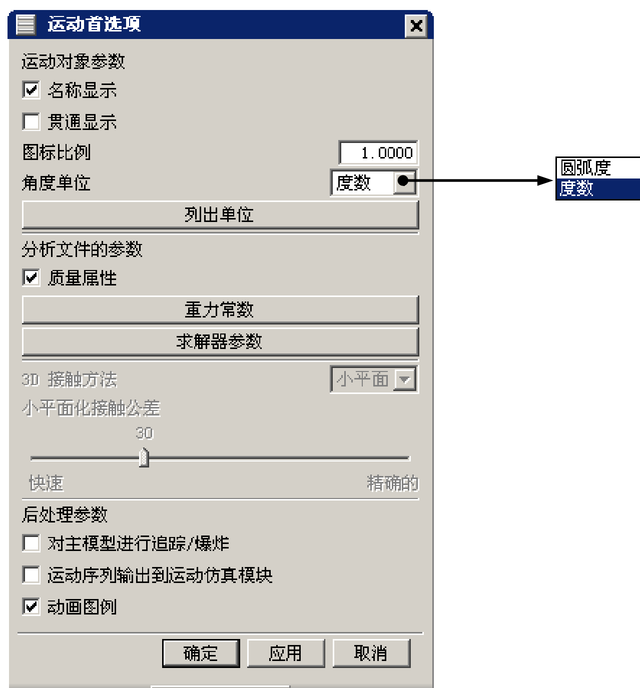


图 10.1.4 “运动首选项”对话框

- 图标比例：该选项用于控制机构对象图标的显示比例，修改比例后对于打开的机构对象和以后创建的对象均有效。
- 角度单位：该选项用于设置就机构中输入或显示的角度单位。单击下方的 列出单位 按钮，系统会弹出一个信息窗口，在该窗口中会显示当前机构中的所有单位。值得注意的是，机构的单位制由创建的原始主模型决定，单击 列出单位 按钮得到的信息窗口只供用户查看当前单位，而不能修改单位。
- ☑ 质量属性：该选项用于控制运动仿真时是否启动机构的质量属性，也就是机构中零件的质量、重心以及惯性等参数。如果是简单的位移分析，可以不考虑质量。但是在进行动力学分析时，必须启用质量属性。
- 重力常数：单击该按钮，系统弹出图 10.1.5 所示的“全局重力常数”对话框，在该对话框中可以设置重力的方向及大小。
- 求解器参数：单击该按钮，系统弹出图 10.1.6 所示的“求解器参数”对话框，在该对话框中可以设置运动仿真求解器的参数。求解器是用于解算运动仿真方案的工具，是一种基于积分和微分方程理论的数学计算软件。

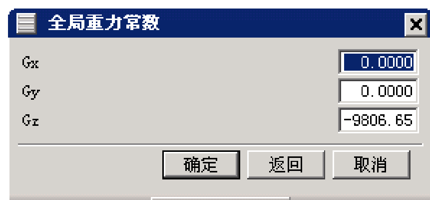


图 10.1.5　“全局重力常数”对话框

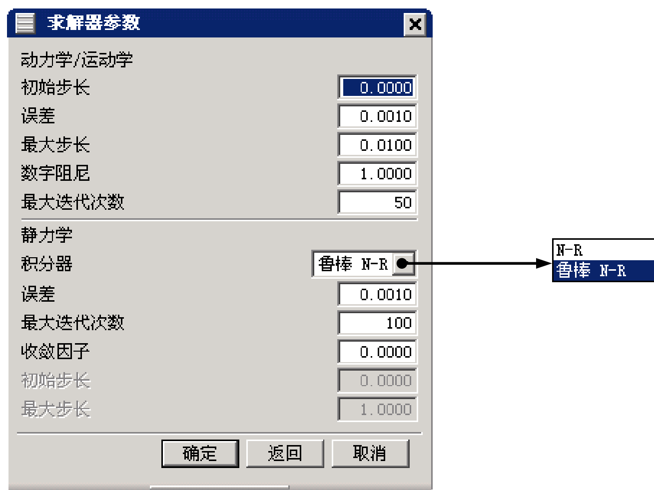


图 10.1.6　“求解器参数”对话框

图 10.1.6 所示的“求解器参数”对话框中部分选项的说明如下。

- “求解器参数”对话框中的参数主要用于设置求解积分器的类型以及计算精度，精度设置越高，消耗的系统资源越多，计算时间越长。
- 积分器的类型有两种，N-R（Newton-Raphson）积分器（使用牛顿迭代法的计算机程序）和鲁棒 N-R（Robust Newton-Raphson）积分器，在进行静态力平衡问题分析时，最好选择鲁棒 N-R 积分器。
- 最大步长用于设置于积分和微分方程的 dx 因子，值越小，精度越高。
- 最大迭代次数用于设置积分器的最大迭代次数，当解算器的迭代次数达到最大，计算结果与理论微分方程之间的误差未达到要求时，解算器结束求解。

10.1.4　运动仿真流程

通过 UG NX 10.0 进行机构的运动仿真的大致流程如下。

Step1. 将创建好的模型调入装配模块进行装配。

Step2. 进入机构运动仿真模块。

Step3. 新建一个动力学仿真文件。

Step4. 为机构指定连杆。

Step5. 为机构设置运动副并根据运动需要在运动副上设置驱动。

Step6. 在机构中添加仿真对象。

Step7. 定义解算方案。

Step8. 开始仿真。

Step9. 获取运动分析结果。

10.2 连杆和运动副

机构装配完成后，各个部件并不能将装配模块中的连接关系连接起来，还必须再为每个部件赋予一定的运动学特性，即为机构指定连杆及运动副。在运动学中，连杆和运动副两者是相辅相成的，缺一不可的。运动是基于连杆和运动副的，而运动副是创建于连杆上的副。

10.2.1 连杆

新建运动仿真文件完成后，需要将机构中的元件定义为“连杆”（Links）。这里的“连杆”并不是单指“连杆机构”中的杆件，而是指能够满足运动需要的，使用运动副连接在一起的机构元件。连杆相互连接，构成运动机构，连杆在整个机构中主要是进行运动的传递。机构中所有参与当前运动仿真的部件都必须定义为连杆，在机构运行时固定不动的元件则需要定义为“固定连杆”。

定义连杆需要指定一个几何体对象，几何体对象可以是二维的，如草图、曲线等，也可以是三维的，如曲面、实体等，同一个几何对象只能属于一个连杆，定义连杆时可以选择独立的几何体，也可以选择一个零件。

选择定义连杆命令有以下三种方法。

方法一：选择下拉菜单 插入(S) → 链接(L)... 命令。

方法二：在“运动”工具条中单击“连杆”按钮。

方法三：在运动导航器窗口右击 motion_1，在快捷菜单中选择 新建连杆... 命令。

下面以一个实例讲解指定连杆的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.02\DEF_LINKS.prt。

Step2. 选择 启动 → 运动仿真(O)... 命令进入运动仿真模块。

Step3. 新建仿真文件。

（1）在“运动导航器”中右击 DEF_LINKS，在弹出的快捷菜单中选择 新建仿真 命令，系统弹出图 10.2.1 所示的“环境”对话框。

图 10.2.1 所示的“环境”对话框说明如下。

- 运动学：选中该单选项，指在不考虑运动原因状态下，研究机构的的位移、速度、加速度与时间的关系。
- 动力学：选中该选项，指考虑运动的真正因素，力、摩擦力、组件的质量和惯

性等及其他影响运动的因素。

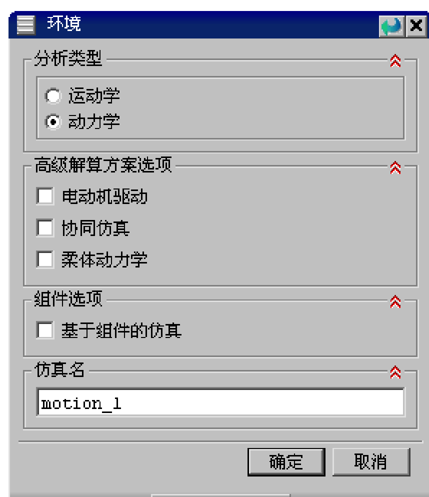


图 10.2.1　“环境”对话框

（2）在“环境”对话框中选中 动力学 单选项，单击 确定 按钮，在系统弹出图 10.2.2 所示的“机构运动副向导”对话框中单击 取消 按钮。

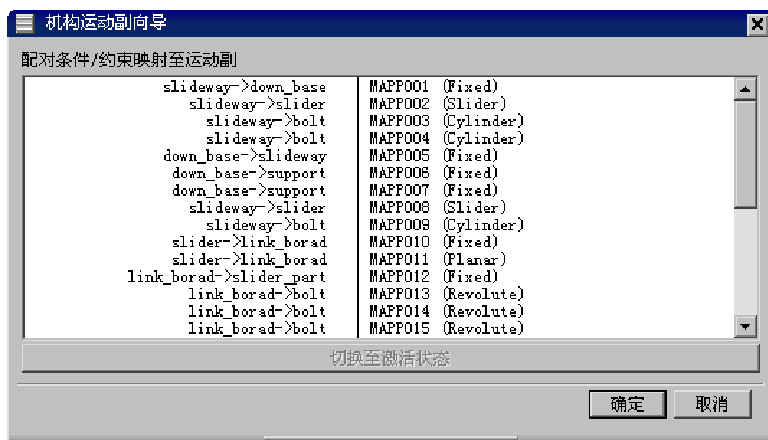


图 10.2.2　“机构运动副向导”对话框

图 10.2.2 所示的“机构运动副向导”对话框说明如下。

- 确定：单击该按钮，接受系统自动对机构进行分析而生成的机构运动副向导，且为系统中的每一个相邻零件创建一个运动副，这些运动副可以根据分析需要进行激活或不激活。
- 取消：单击该按钮，不接受系统自动生成的机构运动副。

Step4. 选择下拉菜单 插入(S) → 链接(L)... 命令，系统弹出图 10.2.3 所示的“连杆”对话框。

Step5. 定义第一个连杆（固定连杆）。在“连杆”对话框中选中 ☑ 固定连杆 复选框，在

选择几何对象以定义连杆的提示下，选取图 10.2.4 所示的对象（共 13 个零部件）为连杆 1 对象（具体操作请参看随书光盘录像）。

Step6. 单击“连杆”对话框中的应用按钮，完成连杆 1 的指定。

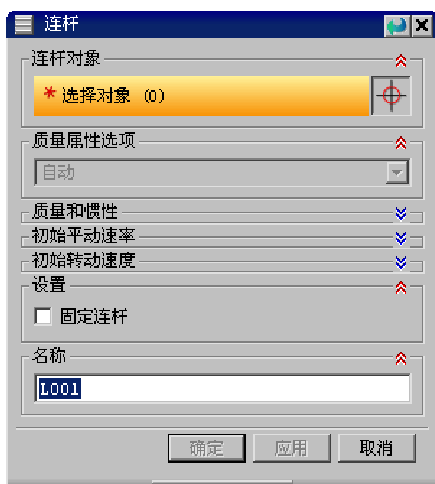


图 10.2.3 “连杆”对话框

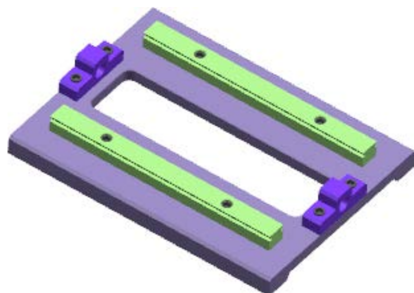


图 10.2.4 选取连杆 1 对象

图 10.2.3 所示“连杆”对话框的选项说明如下。

- 连杆对象：该区域用于选取零、部件作为连杆。
- 质量属性选项：用于设置连杆的质量属性。
  - ☑ 自动：选择该选项，系统将自动为连杆设置质量。
  - ☑ 用户定义：选择该选项后，将由用户设置连杆的质量。
- 质量：在质量属性选项区域中的下拉列表中选择用户定义选项后，质量和惯性区域中的选项即被激活，用于设置质量的相关属性。
- 惯性矩：用于设置连杆惯性矩的相关属性。
- 初始平动速率：用于设置连杆最初的移动速度。
- 初始转动速度：用于设置连杆最初的转动速度。
- 设置：用于设置连杆的基本属性。
  - ☑ □ 固定连杆：选中该复选框后，连杆将固定在当前位置不动。
  - ☑ 名称：通过该文本框可以为连杆指定一个名称。

Step7. 定义第二个连杆。在“连杆”对话框中取消选中□ 固定连杆复选框，选取图 10.2.5 所示的部件（共 16 个零部件和一个点）为连杆 2 对象（具体操作请参看随书光盘录像），单击“连杆”对话框中的应用按钮。

Step8. 定义第三个连杆。在“连杆”对话框中取消选中□ 固定连杆复选框，选取图 10.2.6 所示的零件（包括两个零部件和一条螺旋线）为连杆 3 对象（具体操作请参看随书光盘录像），单击“连杆”对话框中的确定按钮。完成所有连杆定义。

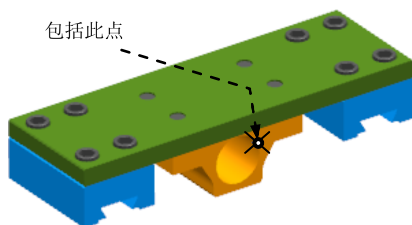


图 10.2.5　定义连杆 2

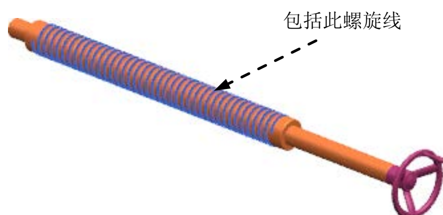


图 10.2.6　定义连杆 3

10.2.2　运动副和驱动

连杆定义完成后，为了组成一个能够运动的机构，必须把两个相邻连杆以一种方式连接起来，这种连接必须是可动连接，不能是固定连接，所以需要为每个部件赋予一定的运动学特性，这种使两个连杆接触而又保持某些相对运动的可动连接称为“运动副”。在运动学中，连杆和运动副两者是相辅相成的，缺一不可。

运动副是指机构中两连杆之间组成的可动连接，添加运动副的目的是为了约束连杆之间的位置，限制连杆之间的相对运动并定义连杆之间的运动方式。在 UG NX 10.0 运动仿真中，系统提供了多种运动副可供使用，以满足连杆之间的相对运动要求，如“旋转副”可以实现连杆之间的相对旋转，“滑动副”可以实现连杆之间的直线平移。

选择定义运动副命令有以下四种方法。

方法一：选择下拉菜单 插入(S) → 运动副(J)... 命令。

方法二：在“运动”工具条中单击“运动副”按钮。

方法三：在运动导航器窗口右击 motion_1，在快捷菜单中选择 新建运动副 命令。

方法四：在运动导航器窗口右击 Joints，在快捷菜单中选择 新建 命令。

选择定义运动副命令，系统弹出图 10.2.7 所示的“运动副”对话框（一）。

在“运动副”对话框（一）中单击 驱动 选项卡，系统弹出图 10.2.8 所示的“运动副”对话框（二），在该对话框中可以定义一部分运动副的驱动，使机构能够运动。

图 10.2.8 所示“运动副”对话框（二）中各选项说明如下。

- 驱动 下拉列表：该下拉列表用于选取为运动副添加驱动的类型。
  - ☑ 恒定：设置运动副为等常运动（旋转或者是线性运动），需要的参数是位移、速度和加速度。
  - ☑ 简谐：选择该选项，运动副产生一个正弦运动，需要的参数是振幅、频率、相位和角位移。
  - ☑ 函数：选择该选项，将给运动副添加一个复杂的，符合数学规律的函数运动。
  - ☑ 铰接运动驱动：选择该选项，设置运动副以特定的步长和特定的步数的运动，需

要的参数是步长和位移。

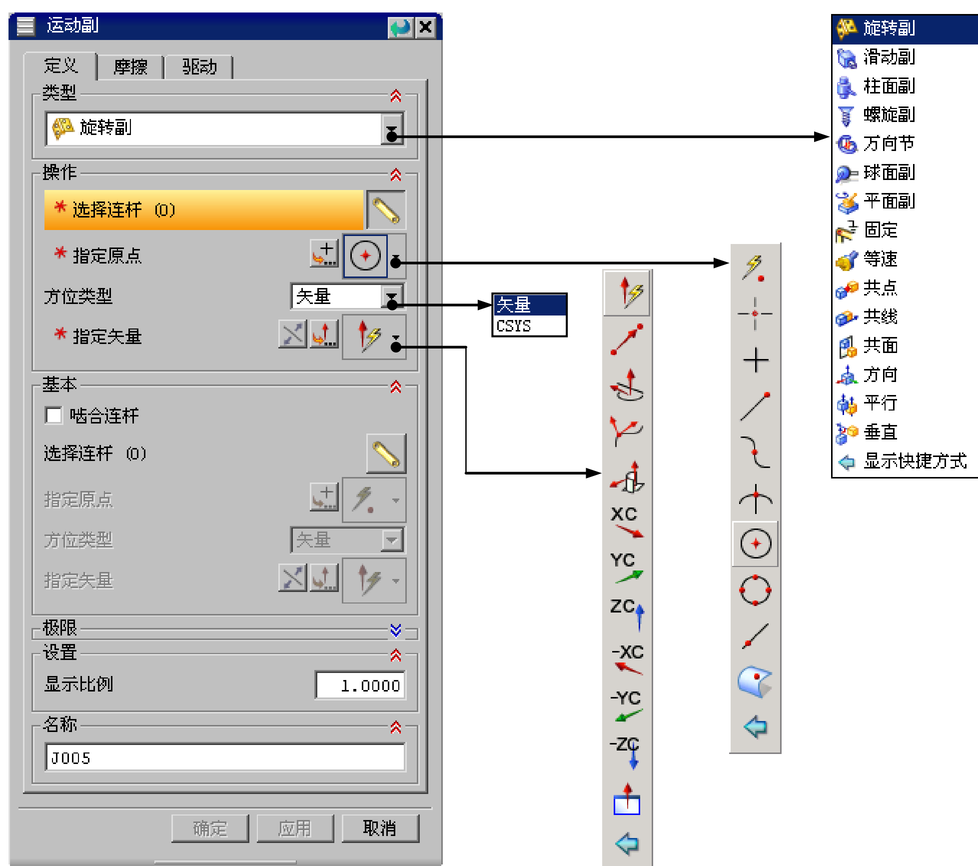


图 10.2.7 “运动副”对话框（一）

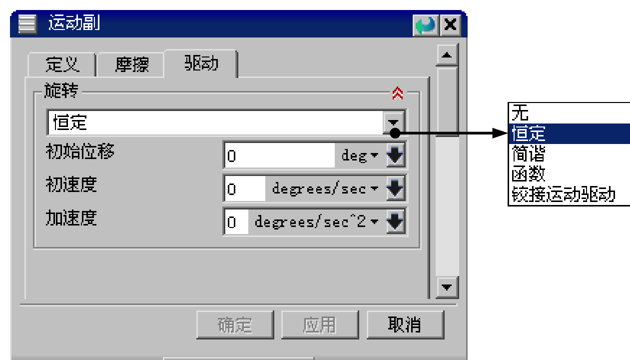


图 10.2.8 “运动副”对话框（二）

- 初始位移文本框：该文本框中输入的数值定义初始位移。
- 初速度文本框：该文本框中输入的数值定义运动副的初始速度。
- 加速度文本框：该文本框中输入的数值定义运动副的加速度。

1．旋转副

旋转副可以实现两个杆件绕同一轴作相对转动的运动副（图 10.2.9）。旋转副又可分为两种形式，一种是两个连杆绕同一根轴作相对转动，另一种则是一个连杆绕固定的轴进行旋转。



图 10.2.9　旋转副示意图

2．滑动副

滑动副可以实现两个相连的部件互相接触并进行直线滑动（图 10.2.10）。滑动副又可分为两种形式，一种是两个部件同时做相对的直线滑动；另一种则是一个部件在固定的在机架表面进行直线滑动。

3．圆柱副

圆柱副可以连接两个部件使其中一个部件绕另一个部件进行相对的转动，并可以沿旋转轴方向进行直线运动，如图 10.2.11 所示。

4．螺旋副

螺旋副可以实现一个部件绕另一个部件作相对的螺旋运动，用于模拟螺母在螺杆上的运动，如图 10.2.12 所示。

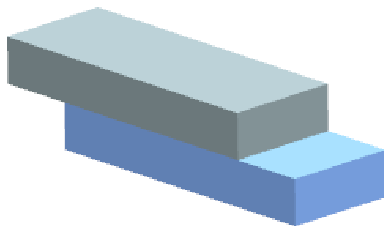


图 10.2.10　滑动副示意图



图 10.2.11　圆柱副



图 10.2.12　螺旋副

5．万向节

万向节可以连接两个成一定角度的转动连杆，且它有两个转动自由度。它实现了两个部件之间可以绕互相成一定角度的两根轴作相对的转动，如图 10.2.13 所示。



图 10.2.13　万向节

6．球面副

球面副连接实现了一个部件绕另一个部件（或机架）作相对三个自由度的运动，它只有一种形式必须是两个连杆相连，如图 10.2.14 所示。

7．平面副

平面副是两个连杆在相互接触的平面上自由滑动，并可以绕平面的法向作自由转动。平面连接可以实现两个部件之间以平面相接触，互相约束，如图 10.2.15 所示。

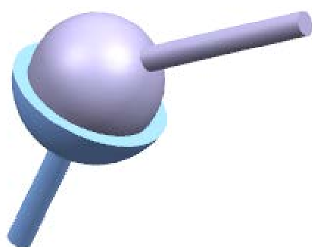


图 10.2.14　球面副

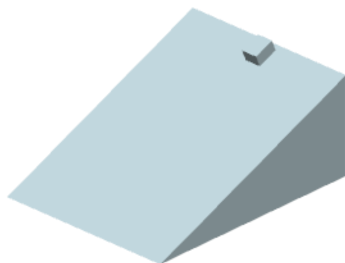


图 10.2.15　平面副

8．共点副

点在线上连接实现一个部件始终与另一个部件或者是机架之间有点接触，实现相对运动的约束。共点副有四个运动自由度，如图 10.2.16 所示。

9．共线副

线在线上副模拟了两个连杆的凸轮运动关系。线在线上副不同于点在线上副，点在线上副中，接触点位于统一平面中；而线在线上副中，第一个连杆中的曲线必须和第二个连杆保持接触且相切，如图 10.2.17 所示。

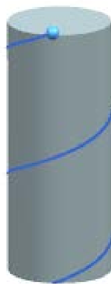


图 10.2.16　共点副

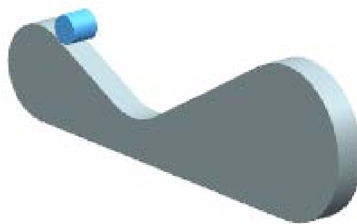


图 10.2.17　共线副

10.3　力 学 对 象

在 UG NX 10.0 的运动仿真环境中，允许用户给运动机构添加一定的力或载荷，使整个运动仿真处在一个真实的环境中，尽可能地使其运动状态与真实的情况相一致。力或载荷只能应用于运动机构的两个连杆、运动副或连杆与机架之间，用来模拟两个零件之间的弹性连接，弹簧或阻尼状态，以及传动力与原动力等零件之间的相互作用。

1．弹簧

弹簧是一个弹性元件，就是在两个零件之间、连杆和框架之间或在平移的运动副内施加力或扭矩。

2．阻尼器

阻尼器是一个机构对象，它消耗能量，逐步降低运动的影响，对物体的运动起反作用力。阻尼器经常用于控制弹簧反作用力的行为。

3．衬套

衬套是定义两个连杆之间的弹性关系的机构对象。它同时还可以起到到力和力矩的效果。

4．3D 接触

3D 接触可以实现一个球与连杆或是机架上所选定的一个面之间发生碰撞的效果。

5．2D 接触

2D 接触结合了线线运动副类型的特点和碰撞载荷类型的特点。可以将 2D 接触作用在连杆上的两条平面曲线之间。

6．标量力

标量力是可以使一个物体运动，也可以作为限制和延缓物体的反作用力。

7．标量力矩

标量力矩只能作用在转动副上。正的标量力矩添加在转动副上所绕轴的顺时针旋转的力矩。

8．矢量力

矢量力是有一定大小、以某方向作用的力，且其方向在两坐标中的一个坐标中保持不

变。标量力的方向是可以改变的，矢量力的方向在某一坐标中始终保持不变的。

9．矢量力矩

矢量力矩是作用在连杆上设定了一定的方向和大小的力矩。

10.4　创建解算方案

创建解算方案就是创建一个新的解算方案，可以定义分析类型、解算方案类型及特定于解算方案的载荷和运动驱动。选择下拉菜单 插入(S) → 解算方案(I)... 命令，系统弹出图 10.4.1 所示的“解算方案”对话框。

图 10.4.1 所示的“解算方案”对话框的说明如下。

- 解算方案类型：该下拉列表用于选取解算方案的类型。
  - ☑ 常规驱动：选择该选项，解算方案是基于时间的一种运动形式，在这种运动形式中，机构在指定的时间段内按指定的步数进行运动仿真。
  - ☑ 铰接运动驱动：选择该选项，解算方案是基于位移的一种运动形式，在这种运动形式中，机构以指定的步数和步长进行运动。
  - ☑ 电子表格驱动：选择该选项，解算方案是用电子表格功能进行常规和关节运动驱动的仿真。
- 分析类型：该下拉列表用于选取解算方案的分析类型。
- 时间：该文本框用于设置所用时间段的长度。
- 步数：该文本框用于设置的上述时间段内分成的几个瞬态位置（各个步数）进行分析和显示。
- 误差：该文本框用于控制求解结果与微分方程之间的误差，最大求解误差越小，求解精度越高。
- 最大步长：该文本框用于设置运动仿真模型时，在该选项控制积分和微分方程的 dx 因子，最大步长越小，精度越高。
- 最大迭代次数：该文本框用于控制解算器在进行动力学或者静力学分析的最大迭代次数，如果解算器的迭代次数超过了最大迭代次数，而结果与微分方程之间的误差未到达要求，结算就结束。
- 积分器：该下了列表用于指定求解静态方程方法，其中包括 N-R 和 鲁棒 N-R 两个选项。

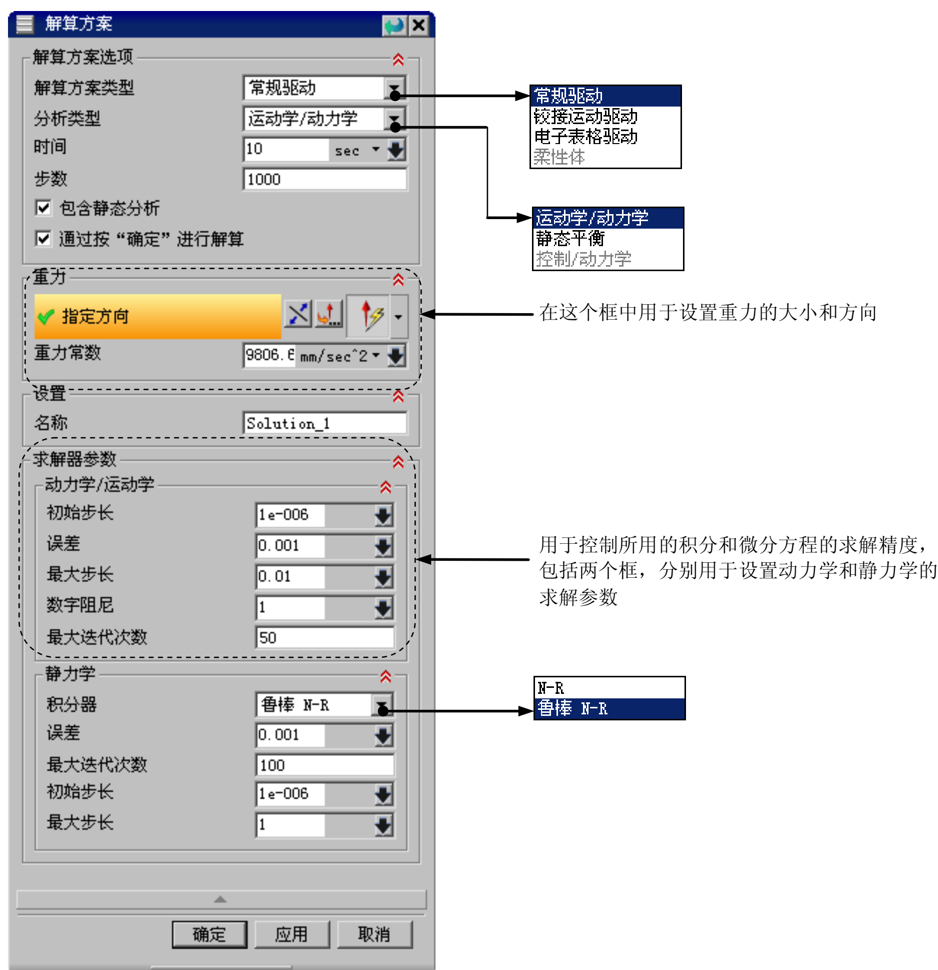


图 10.4.1 “解算方案”对话框

10.5 运 动 分 析

运动分析用于建立运动机构模型分析其运动规律。运动分析自动复制主模型的装配文件，并建立一系列不同的运动分析方案，每个分析方案都可以独立修改，而不影响装配模型，一旦完成优化设计方案，就可以直接更新装配模型，达到分析目的。

10.5.1 动画

动画是基于时间的一种运动形式。机构在指定的时间中运动，并指定该时间段中的步数进行运动分析。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.05.01\CARTOON.prt。

Step2. 选择 开始 → 运动仿真(O)...命令进入运动仿真模块。在“运动导航器”窗口中选择 motion_1，右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 设为工作状态 命令。单击“运动”工具栏中的“动画” 命令，系统弹出图 10.5.1 所示的“动画”对话框。

图 10.5.1 所示“动画”对话框的选项说明如下。

- 滑动模式：该下拉列表用于选择滑动模式，包括 时间(秒) 和 步数 两种选项。
  - ☑ 时间(秒)：指动画以设定的时间进行运动。
  - ☑ 步数：指动画以设定的步数进行运动。
- （设计位置）：单击此按钮，可以使运动模型回到运动仿真前置处理之前的初始三维实体设计状态。
- （装配位置）：单击此按钮，可以使运动模型回到运动仿真前置处理后的 ADAMS 运动分析模型状态。

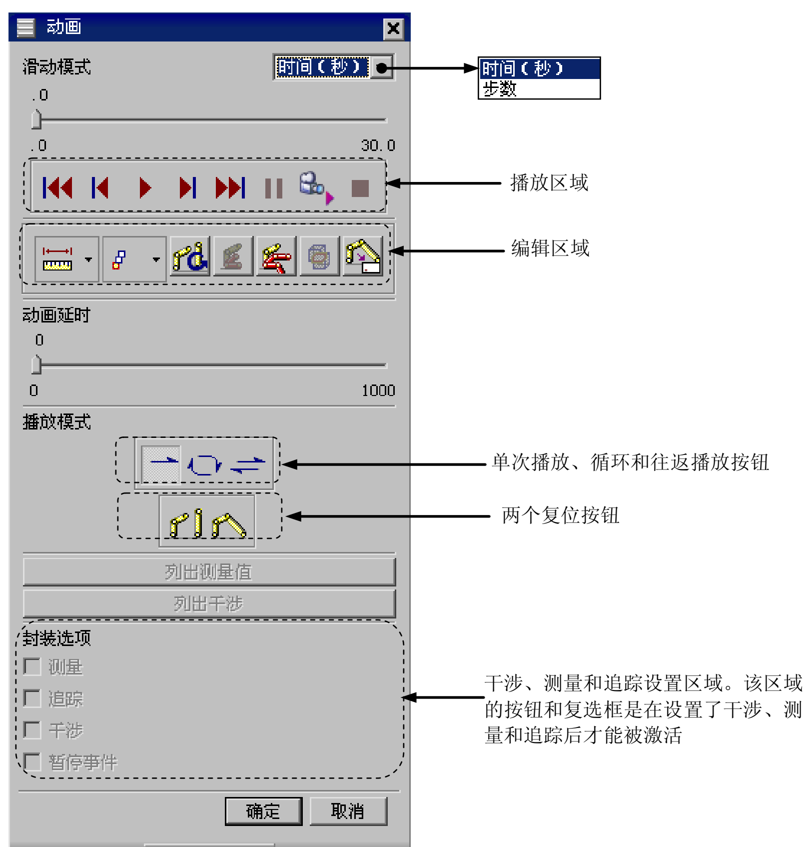


图 10.5.1 “动画”对话框

10.5.2 图表

图表是将生成的电子表格数据：位移、速度、加速度和力以图表的形式表达仿真结果。图表是从运动分析中提取这些信息的唯一方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.05.02\DIAGRAM.prt。

Step2. 选择 启动 ➡ 运动仿真(O)... 命令进入运动仿真模块。在“运动导航器”窗口中选择 motion_1，右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 设为工作状态 命令。单击“运动”工具栏中的 ➡ 作图 命令，系统弹出图 10.5.2 所示的“图表”对话框。

图 10.5.2 所示的“图表”对话框说明如下。

- 请求：该下拉列表用于定义分析模型的数据类型，其中包括 位移、速度、加速度 和 力 选项。
- 分量：该下拉列表用来定义要分析的数据的值，也就是图表上的竖直轴上的值，其中包括 幅值、X、Y、Z、角度幅值、RX、RY 和 RZ 等选项。
- 相对：选中该单选项，图表显示的数值是按所选取的运动副或标记的坐标系测量获得的。
- 绝对：选中该单选项，图表显示的数值是按绝对坐标系测量获得的。

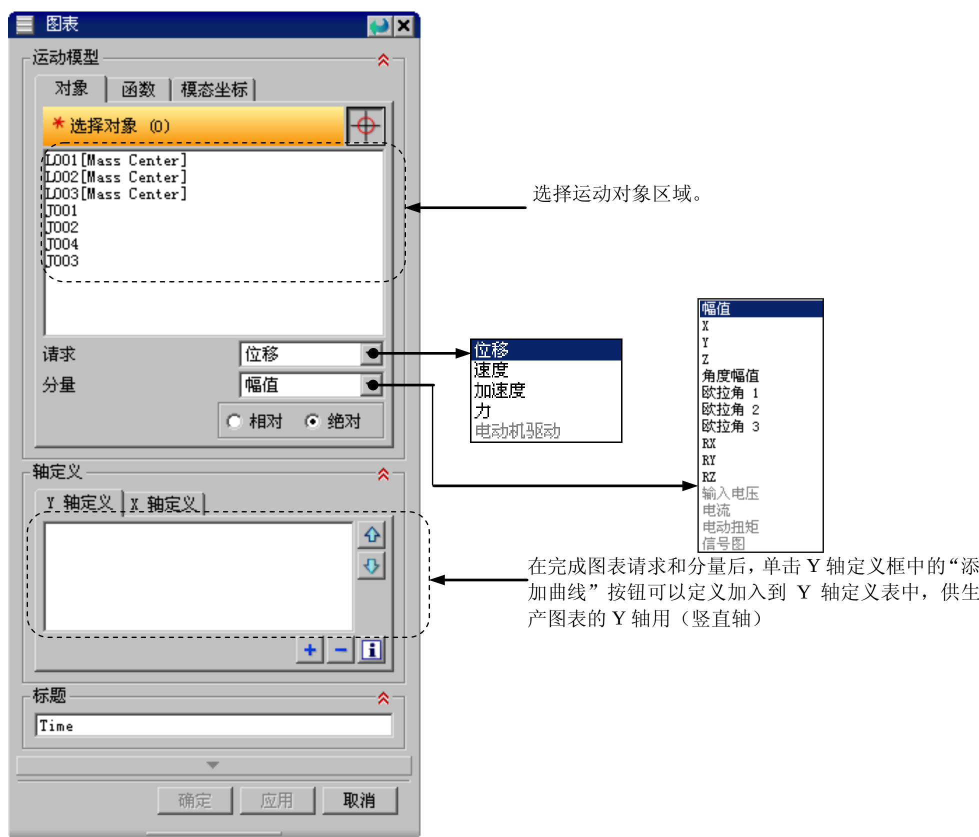


图 10.5.2　“图表”对话框

Step3. 选择要生成图表的对象并定义其参数。在“图表”对话框的 运动模型 区域选择 J003 滑动副，在 请求 下拉列表中选项 位移 选项，在 分量 下拉列表中选择 Z 选项，单击 Y 轴定义 区域中的 ✚ 按钮。图表对话框中的参数设置完成，单击 确定 按钮，完成结果如图 10.5.3 所示。

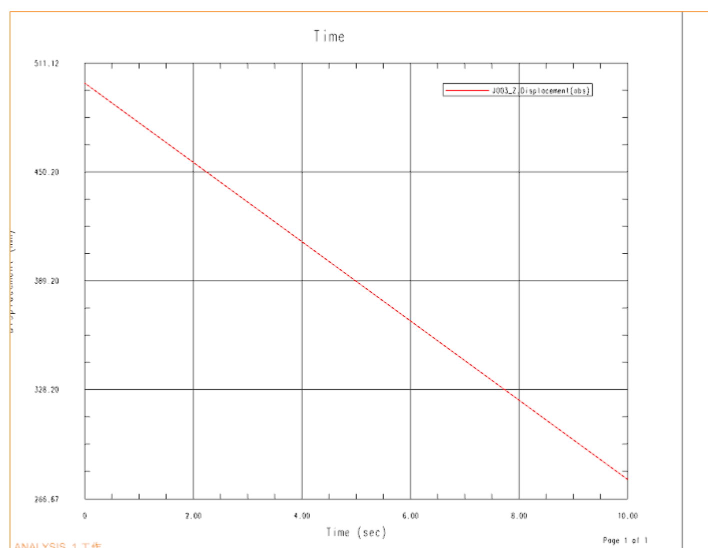


图 10.5.3　完成图表

10.5.3　填充电子表格

机构在运动时，系统内部将自动生成一组数据表。在运动分析过程中，该数据表连续记录数据，在每一次更新分析时，数据表都将重新记录数据。

说明：生成的电子表格的数据与图表设置中的参数数据是一致的。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.05.03\EXCEL.prt。

Step2. 选择 启动 → 运动仿真(Q)... 命令进入运动仿真模块。在“运动导航器”窗口中选择 motion_1，右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 设为工作状态 命令。单击“运动”工具栏中的 → 填充电子表格 命令，系统弹出图 10.5.4 所示“填充电子表格”对话框。单击 确定 按钮，系统自动生成图 10.5.5 所示的电子表格。

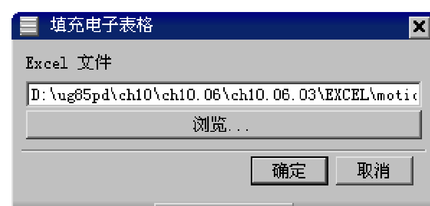


图 10.5.4　“填充电子表格”对话框

Microsoft Excel - 工作表 在 motion_1

	A	B	C	D	E
1			机构驱动		
2	Time Step	Elapsed Time	drv J002, revolute		
3	0	0.000	0		
4	1	0.020	8.000000031		
5	2	0.040	16.00000002		
6	3	0.060	24.00000001		
7	4	0.080	32		

图 10.5.5　Excel 窗口

说明：该操作是继承生成的电子表格后的步骤。

10.5.4　智能点、标记与传感器

智能点、标记与传感器用于分析机构中某些点的运动状态。当要测量某一点的位移、速度、加速度、力、弹簧的位移、弯曲量和其他动力学因子时，都会用到这类测量工具。

1. 智能点

智能点是没有方向的点，只作为空间的一个点来创建，它没有附着在连杆上或与连杆有关。智能点在空间的作用是非常大的，如用智能点识别弹簧的附着点，当弹簧的自由端是“附着在框架上”（接地），智能点能精确地定位接地点。

注意：在图表创建中，智能点不是可选对象，只有标记才能用于图表功能中。

在运动仿真模块中选择下拉菜单 插入(S) → 智能点(M)... 命令，系统弹出图 10.5.6 所示的“点”对话框，在模型中选取参考点，单击 确定 按钮，完成智能点的创建。



图 10.5.6　“点”对话框

2. 标记

标记不仅与连杆有关，而且有明确的方向定义。标记的方向特性在复杂的动力学分析中非常有用，如需要分析某个点的线性速度或加速度以及绕某个特定轴旋转的角度和角加速度等。

下面以图 10.5.7 所示的模型为例介绍创建标记的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.05.04.02\MARKER.prt。

Step2. 选择 启动 → 运动仿真(O)... 命令，系统进入运动仿真模块。在“运动导航器”窗口中选择 motion_1，右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 设为工作状态 命令。选择

下拉菜单 插入(S) → 标记(K)... 命令，系统弹出图 10.5.8 所示的“标记”对话框。

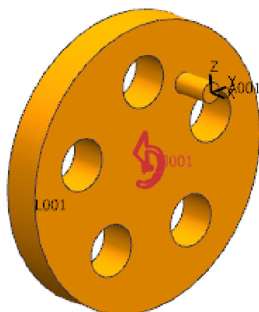


图 10.5.7　创建标记

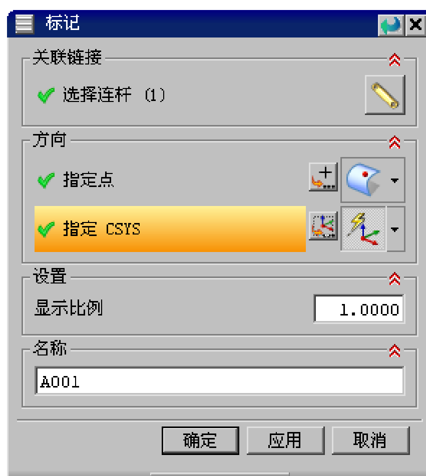


图 10.5.8　“标记”对话框

图 10.5.8 所示的“标记”对话框选项说明如下。

- 关联链接区域：用于选择定义标记位置的连杆。
- 方向区域：用于定义标记显示的位置及方位。
- 显示比例文本框：在该文本框中输入的数值是用于定义标记显示的大小。
- 名称文本框：在该文本框中可以输入用于定义标记显示的名称。

Step3. 在系统选择连杆来定义标记位置的提示下，选择图 10.5.9 所示的连杆，在 * 指定点 右侧的下拉列表中选择 选项，然后选择图 10.5.9 所示的边线；单击 * 指定 CSYS 右侧的“CSYS 对话框”按钮，在系统弹出图 10.5.10 所示的“CSYS”对话框的类型下拉列表中选择 动态 选项，然后单击“操控器”按钮，选择图 10.5.9 所示的边线，单击两次 确定 按钮。

Step4. 采用系统默认的显示比例和名称，单击 确定 按钮，完成标记的创建。

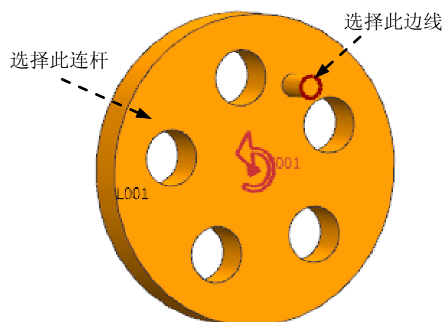


图 10.5.9　定义参照对象

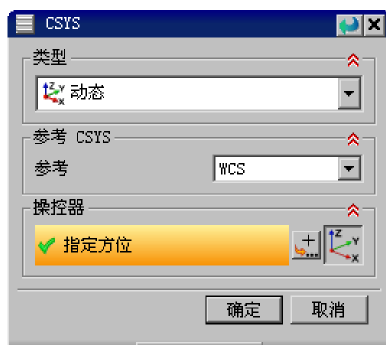


图 10.5.10　“CSYS”对话框

3. 传感器

传感器可以设置在标记或运动副上，能够对添加的对象进行精确的测量。

下面以图 10.5.11 所示的模型为例介绍创建传感器的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.05.04.03\SENSORS.prt。

Step2. 选择 启动 → 运动仿真(O)... 命令，系统进入运动仿真模块。在“运动导航器”窗口中选择 motion_1，右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 设为工作状态 命令。

Step3. 选择下拉菜单 插入(S) → 传感器(S)... 命令，系统弹出图 10.5.12 所示的“传感器”对话框。

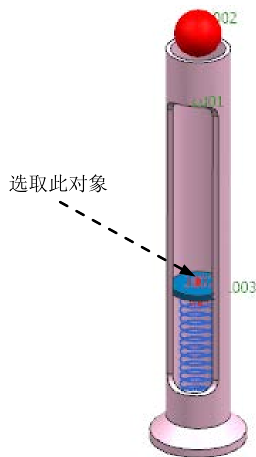


图 10.5.11　创建传感器



图 10.5.12　“传感器”对话框

Step4. 在“传感器”对话框的类型下拉列表中选择 位移 选项，在设置区域的分量下拉列表中选择 Z 选项，在参考框下拉列表中选择绝对选项，然后选择图 10.5.11 所示的对象，单击 确定 按钮，完成传感器的创建。

10.5.5　干涉、测量与跟踪

干涉、测量和跟踪都是调用相应的复选框，处理所要解算的问题。

1. 干涉

干涉检测功能是检测一对实体或片体的干涉重叠量。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.05.05.01\INTERFERENCE.prt。

Step2. 选择 启动 → 运动仿真(O)... 命令，系统进入运动仿真模块。在“运动导航器”窗口中选择 motion_1，右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 设为工作状态 命令。

Step3. 选择“运动”工具栏中的命令，系统弹出图 10.5.13 所示的“干涉”对话框。

Step4. 然后选择图 10.5.14 所示的实体 1 为第一组对象，选取实体 2 为第二组对象；在设置区域的模式下拉列表中选择精确实体选项，其他采用系统默认设置，单击确定按钮，完成操作。

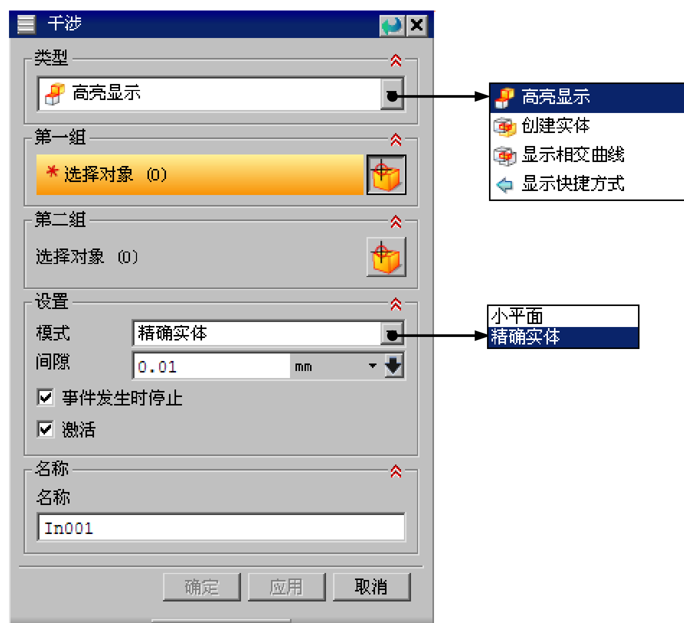


图 10.5.13 “干涉”对话框

图 10.5.13 所示的“干涉”对话框说明如下。

- 类型下拉列表中包括高亮显示、创建实体和显示相交曲线选项。
  - ☑ 高亮显示：选择该选项，在分析时出现干涉，干涉物体会变亮显示。
  - ☑ 创建实体：选择该选项，在分析时出现干涉，系统会生成一个非参数化的相交实体用来描述干涉体积。
  - ☑ 显示相交曲线：选择该选项，在分析时出现干涉，系统会生成曲线来显示干涉部分。
- 模式：下拉列表中包括小平面和精确实体选项。
  - ☑ 小平面：选择该选项，是以小平面为干涉对象进行干涉分析。
  - ☑ 精确实体：选择该选项，是以精确的实体为干涉对象进行干涉分析。
- 间隙：该文本框中输入的数值是定义分析时的安全参数。

Step5. 选择“运动”工具栏中的命令，系统弹出图 10.5.15 所示的“动画”对话框。在该对话框中选中☑ 干涉和☑ 暂停事件复选框，然后单击按钮进行播放，此时系统弹出图 10.5.16 所示的“动画事件”对话框。动画停止并提示部件干涉，同时模型加亮显示。



图 10.5.15　“动画”对话框

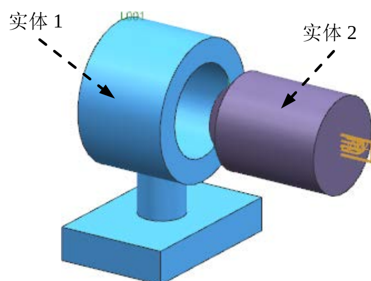


图 10.5.14　定义参照对象



图 10.5.16　“动画事件”对话框

Step6. 单击“动画事件”对话框中的 确定 按钮，然后取消选中“动画”对话框中的 ☑ 暂停事件 复选框，单击 ▶ 按钮进行播放，结果如图 10.5.17 所示。单击 确定 按钮，完成操作。

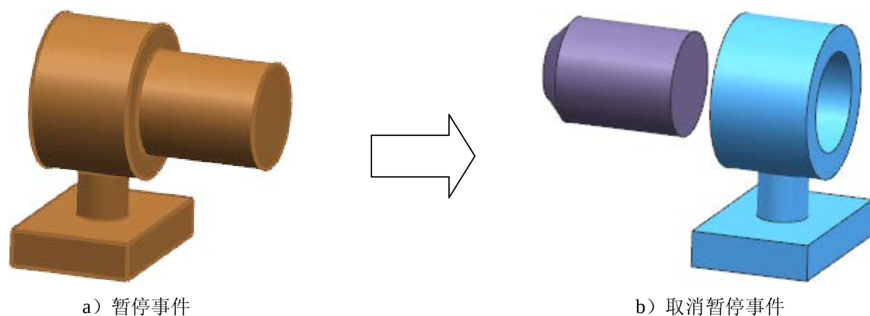


图 10.5.17　播放过程

2. 测量

测量检测功能是测量一对几何体的最小距离和角度。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.05.05.02\MEASURE.prt。

Step2. 选择 启动 → 运动仿真(O)... 命令，系统进入运动仿真模块。在“运动导航器”窗口中选择 motion_1，右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 设为工作状态 命令。

Step3. 选择“运动”工具栏中的 → 测量 命令，系统弹出图 10.5.18 所示的“测量”对话框。

图 10.5.18 所示的“测量”对话框说明如下。

- 类型 下拉列表中包括 最小距离 和 角度 两种选项。

☑ 最小距离：选择该选项，测量的是两连杆的最小距离值。

☑ 角度：选择该选项，测量的是两连杆的角度值。

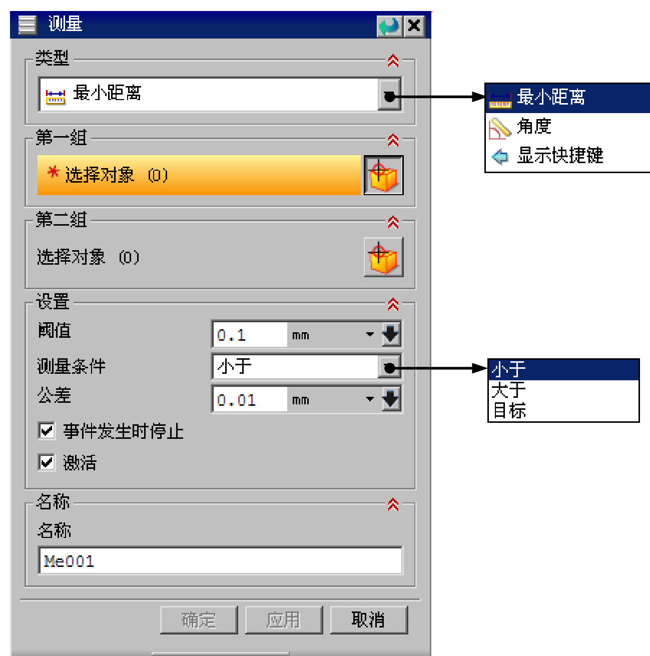


图 10.5.18 “测量”对话框

- 阈值：该文本框中输入的数值定义阀值（参照值）。
- 测量条件：下拉列表中包括小于、大于和目标选项。

  ☑ 小于：选择该选项，测量值小于参照值。

  ☑ 大于：选择该选项，测量值大于小参照值。

  ☑ 目标：选择该选项，测量值等于小参照值。
- 公差：在该文本框中输入的数值定义比参照值大或小一个定值都能符合测量条件。

Step4. 选取图 10.5.19 所示的第一组面和第二组面，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，完成操作。

Step5. 选择“运动”工具栏中的命令，系统弹出“动画”对话框。在该对话框中选中☑测量和☑暂停事件复选框，然后单击按钮进行播放，此时系统弹出图 10.5.20 所示的“动画事件”对话框。动画停止并提示测量距离阈值（默认阀值为 0.1）已被超出，同时模型测量的地方加亮显示。

Step6. 单击“动画事件”对话框中的确定按钮，然后取消选中“动画”对话框中的☑暂停事件复选框，单击按钮进行播放，可观察到动画过程中测量距离的变化，结果如图 10.5.21 所示。单击确定按钮，完成操作。

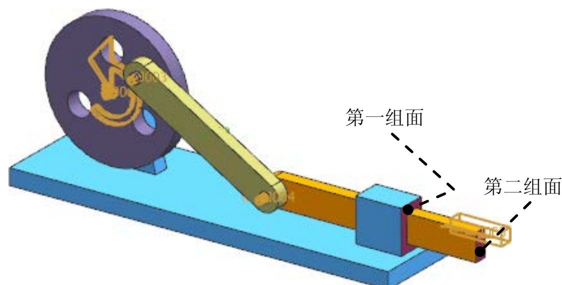


图 10.5.19　定义参照对象

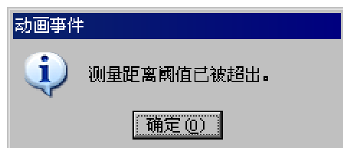


图 10.5.20　“动画事件”对话框

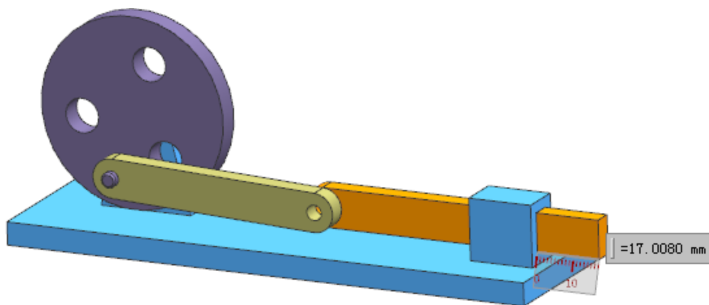


图 10.5.21　播放过程

3. 追踪

追踪就是在运动的每一步创建选定几何体的副本。选择追踪对象后，追踪对象就会出现在列表窗口中。如果被追踪的对象有专有的名称，则该名称就会出现在列表窗口中，对象的名称可指定。但该名称为指定名称，则系统会用默认名称。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.05.05.03\TRACE.prt。

Step2. 选择 启动 → 运动仿真(O)... 命令，系统进入运动仿真模块。在“运动导航器”窗口中选择 motion_1，右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 设为工作状态 命令。

Step3. 选择“运动”工具栏中的 → 追踪 命令，系统弹出图 10.5.22 所示“追踪”对话框。

Step4. 选取图 10.5.23 所示的对象，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，完成操作。

Step5. 选择“运动”工具栏中的 命令，系统弹出“动画”对话框。在该对话框中选中 ☑ 追踪 复选框，然后单击 ▶ 按钮进行播放，结果如图 10.5.24 所示。

图 10.5.22 所示的“追踪”对话框说明如下。

- 参考框：指定被跟踪对象以一个坐标为中心运动。
- 目标层：指定被跟踪对象的放置层。
- ☑ 激活：选中该复选框，激活目标层。

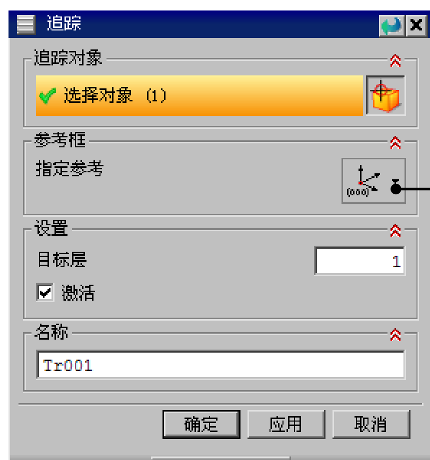


图 10.5.22 “追踪”对话框

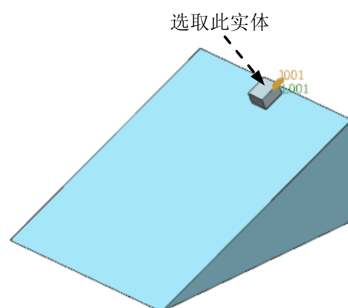


图 10.5.23 定义参照对象

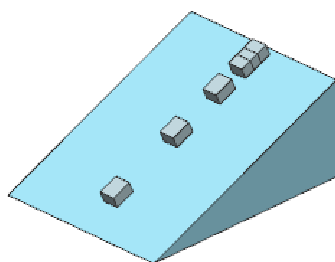


图 10.5.24 创建追踪

10.6 编 辑 仿 真

10.6.1 编辑运动对象

编辑运动对象用于重新定义连杆、运动副、力类对象、标记和运动约束。该特征是可编辑 UG 运动分析模块特有的对象和特征。其操作与创建过程是一样的，这里就不详细讲解。

10.6.2 主模型尺寸

主模型尺寸用于编辑机构几何体。这里的几何体指用来创建原始零件的特征，如拉伸、槽、圆角、孔和凸台等参数。选择下拉菜单 编辑(E) → 主模型尺寸(E)... 命令，系统弹出图 10.6.1 所示的“编辑尺寸”对话框。

图 10.6.1 所示“编辑尺寸”对话框说明如下。

- 特征表达式：该区域中的表达方式有 ⊙ 表达式 和 ○ 描述 两种。

☑ 表达式：选中该单选项，特征表达式区域出现表达式。

☑ 描述：选中该单选项，特征表达式区域出现描述表达式。

- 用于何处：单击该按钮，系统弹出“信息”窗口，在此窗口可以查看到编辑的尺寸在模型中所属的位置（控制的模型几何或位置关系）。

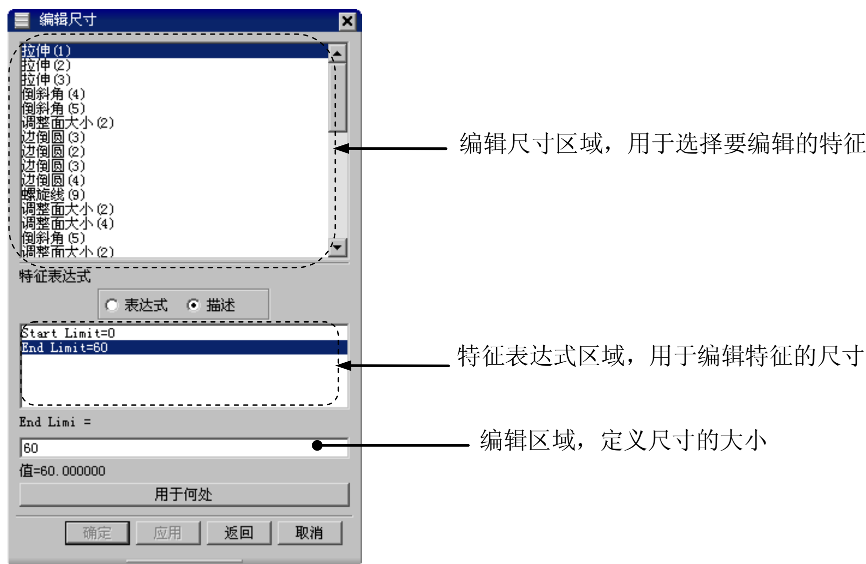


图 10.6.1　“编辑尺寸”对话框

10.6.3　函数编辑器

函数编辑器是创建运动函数的工具。当使用解算运动函数或高级数学功能时，函数编辑器是非常有用的。单击“运动”工具栏中的 f(x) 命令，系统弹出“XY 函数管理器”对话框，利用该对话框可以编辑函数。

10.7　运动仿真与分析综合应用

应用概述：

本应用讲述了图 10.7.1 所示的曲柄连杆齿轮上下往复机构的运动仿真过程，在定义运动仿真过程中首先要注意连杆的定义，要根据机构的实际运动情况来进行正确的定义；另外，还要注意齿轮机构的定义以及点在曲面运动副的定义技巧和方法，机构模型及仿真结构树如图 10.7.1 所示。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch10.07\ex\WINCH_MACHINE_MOTION.prt。

Step2. 选择 启动 → 运动仿真(Q)... 命令，进入运动仿真模块。

Step3. 新建仿真文件。在“运动导航器”中右击 WINCH_MACHINE_MOTION，在弹出的快捷菜

单中选择 新建仿真 命令；在“环境”对话框中选中 动力学 单选项，输入仿真的名称为MOTION，单击 确定 按钮，在弹出的“机构运动副向导”对话框中单击 取消 按钮。

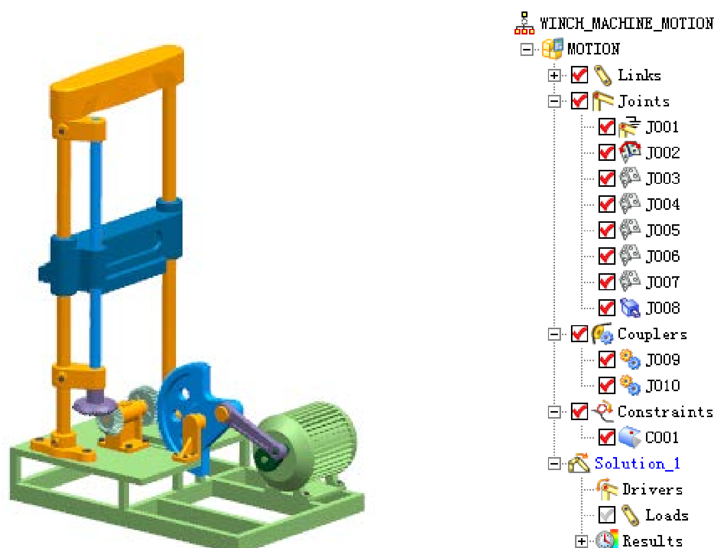


图 10.7.1　曲柄连杆齿轮上下往复机构仿真

Step4. 定义连杆。

（1）定义连杆 1。选择下拉菜单 插入(S) → 链接(L)... 命令，系统弹出“连杆”对话框，选中 ☑ 固定连杆 复选框，选取图 10.7.2（此图只显示连杆 1）所示的组件（共 36 个零部件，具体操作请参看随书光盘录像）为连杆 1，其余参数接受系统默认，在“连杆”对话框中单击 应用 按钮。

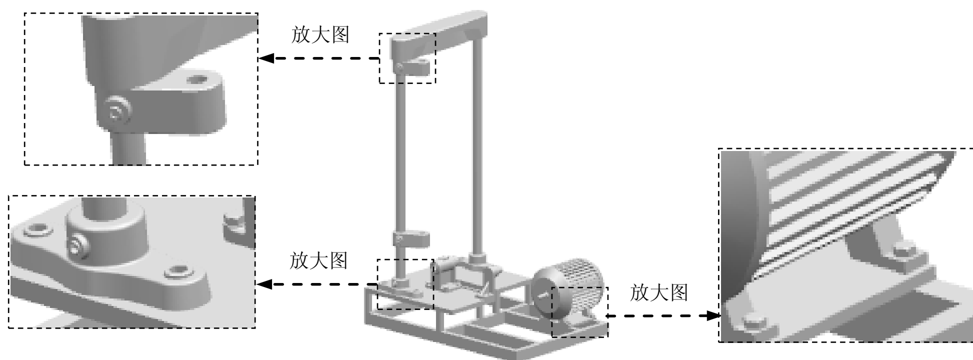


图 10.7.2　定义连杆 1

（2）定义连杆 2。在“连杆”对话框中取消选中 ☐ 固定连杆 复选框，选取图 10.7.3（此图只显示连杆 1 与连杆 2）所示的组件（共一个零部件，具体操作请参看随书光盘录像）为连杆 2，在“连杆”对话框中单击 应用 按钮。

（3）定义连杆 3。在“连杆”对话框中取消选中 ☐ 固定连杆 复选框，选取图 10.7.4（此图只显示连杆 2 与连杆 3）所示的组件（共两个零部件，具体操作请参看随书光盘录像）

为连杆 3，在“连杆”对话框中单击 应用 按钮。

（4）定义连杆 4。在“连杆”对话框中取消选中 □ 固定连杆 复选框，选取图 10.7.5（此图只显示连杆 4）所示的组件（共一个零部件，具体操作请参看随书光盘录像）为连杆 4，在“连杆”对话框中单击 应用 按钮。

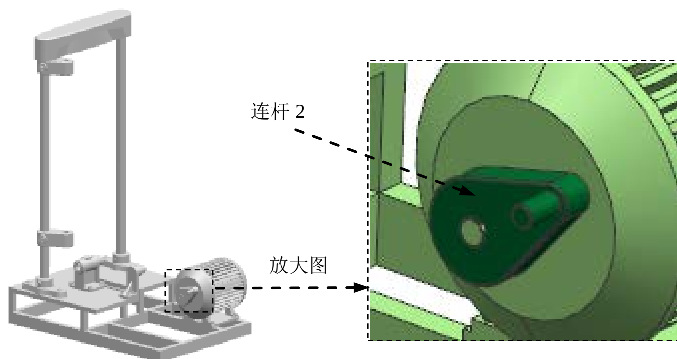


图 10.7.3　定义连杆 2



图 10.7.4　定义连杆 3

（5）定义连杆 5。在“连杆”对话框中取消选中 □ 固定连杆 复选框，选取图 10.7.6（此图只显示连杆 5）所示的组件（包括齿轮、锥齿轮、轴和两个键，具体操作请参看随书光盘录像）为连杆 5，在“连杆”对话框中单击 应用 按钮。

（6）定义连杆 6。在“连杆”对话框中取消选中 □ 固定连杆 复选框，选取图 10.7.7（此图只显示连杆 6）所示的组件（共三个零部件，具体操作请参看随书光盘录像）为连杆 6，在“连杆”对话框中单击 应用 按钮。

（7）定义连杆 7。在“连杆”对话框中取消选中 □ 固定连杆 复选框，选取图 10.7.8（此图只显示连杆 7）所示的组件（共有一个零部件与一个参考点，具体操作请参看随书光盘录像）为连杆 7，在“连杆”对话框中单击 确定 按钮。

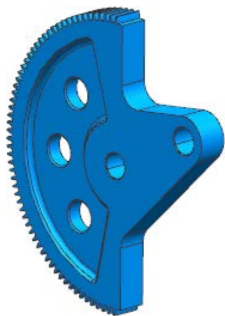


图 10.7.5　定义连杆 4

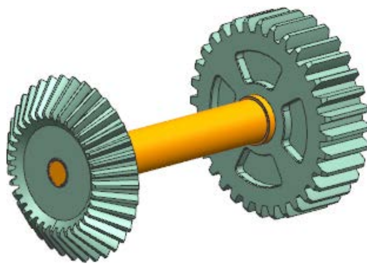


图 10.7.6　定义连杆 5



图 10.7.7　定义连杆 6

Step5. 定义旋转副（一）。选择下拉菜单 插入(S) → 运动副(J)... 命令；在“运动副”对话框 定义 选项卡的 类型 下拉列表中选择 旋转副 选项。在模型树中选取 L002 连杆；在 指定原点 下拉列表中选择 ⊙ 选项，在模型中选取图 10.7.9 所示的圆弧为定位原点参照；

选取图 10.7.9 所示的面作为矢量参考面；单击驱动选项卡，在旋转下拉列表中选择恒定选项，并在其下的初速度文本框中输入值 200，单击应用按钮，完成第一个运动副的添加。



图 10.7.8　定义连杆 7

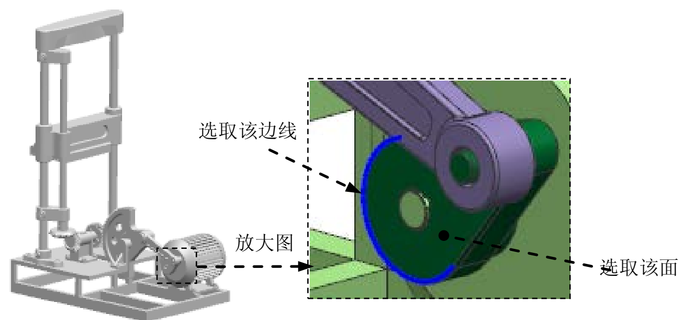


图 10.7.9　定义旋转副（一）

Step6. 定义旋转副（二）。在模型树中选取 L003 连杆；选取图 10.7.10 所示的圆弧为定位原点参照；选取图 10.7.10 所示的面作为矢量参考面；在“运动副”对话框的基本区域中选中☑ 啮合连杆复选框，在模型树中选取 L002 连杆；选取图 10.7.10 所示的圆弧为定位原点参照；选取图 10.7.10 所示的面作为矢量参考面；单击应用按钮，完成第二个运动副的添加。

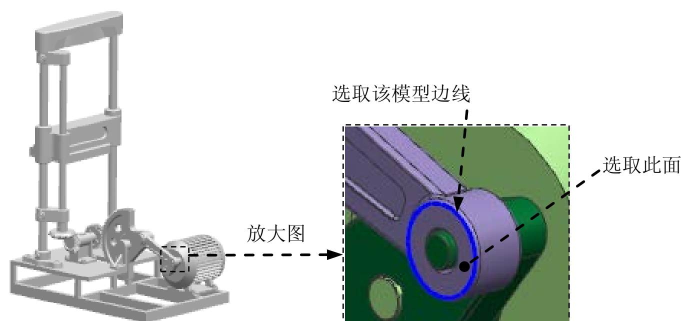


图 10.7.10　定义旋转副（二）

Step7. 定义旋转副（三）。在模型树中选取 L003 连杆；选取图 10.7.11 所示的圆弧为定位原点参照；选取图 10.7.11 所示的面作为矢量参考面；在“运动副”对话框的基本区域中选中☑ 啮合连杆复选框，在模型树中选取 L004 连杆，选取图 10.7.11 所示的圆弧为定位原点参照；选取图 10.7.11 所示的面作为矢量参考面；单击应用按钮，完成第三个运动副的添加。

Step8. 定义旋转副（四）。在模型树中选取 L004 连杆；选取图 10.7.12 所示的圆弧为定位原点参照；选取图 10.7.12 所示的面作为矢量参考面；单击应用按钮，完成第四个运动副的添加。

Step9. 定义旋转副（五）。参照前述操作步骤，选取 L005 为连杆，在模型中选取图 10.7.13 所示的圆弧为定位原点参照；选取图 10.7.13 所示的面作为矢量参考面并单击按钮，单

击 应用 按钮，完成第五个运动副的添加。

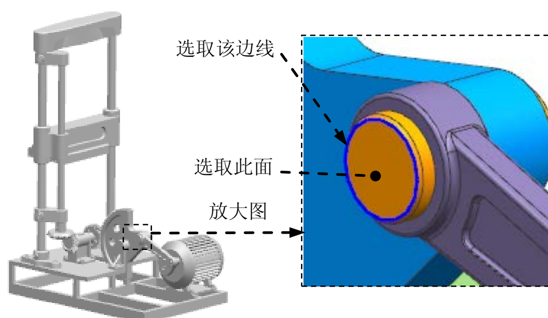


图 10.7.11　定义旋转副（三）

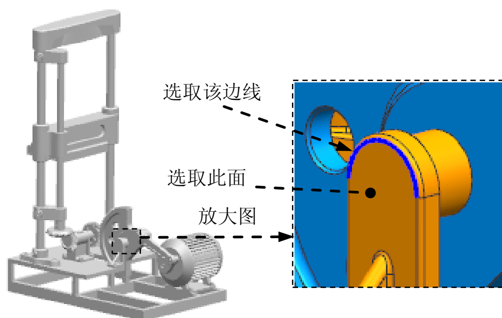


图 10.7.12　定义旋转副（四）

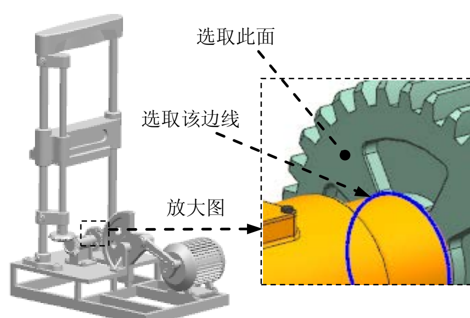


图 10.7.13　定义旋转副（五）

Step10. 定义旋转副（六）。参照前述操作步骤，选取 L006 为连杆，在模型中选取图 10.7.14 所示的圆弧为定位原点参照；选取图 10.7.14 所示的面作为矢量参考面；单击 应用 按钮，完成第六个运动副的添加。

Step11. 定义滑动副。在“运动副”对话框 定义 选项卡的 类型 下拉列表中选择 滑动副 选项。在模型树中选取 L007 连杆；选取图 10.7.15 所示的圆弧为定位原点参照；选取图 10.7.15 所示的面作为矢量参考面；单击 确定 按钮，完成全部运动副的定义。

Step12. 定义齿轮副（一）。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 传动副(E) ➡ 齿轮副(G)... 命令；选取 J005 为第一个齿轮的旋转副，选取 J006 为第二个齿轮的旋转副；在“齿轮副”对话框 设置 区域的 比率 文本框中输入值 3，单击 确定 按钮，完成第一个齿轮副的添加。

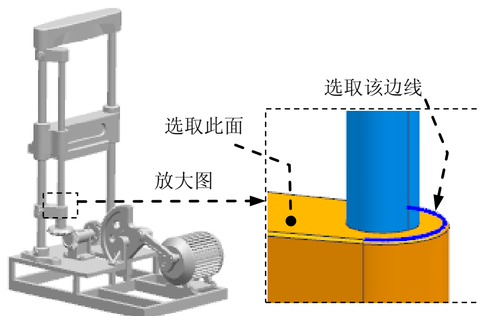


图 10.7.14　定义旋转副（六）

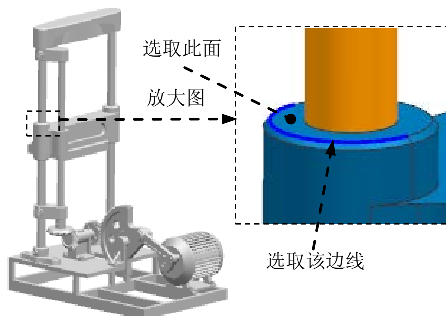


图 10.7.15　定义滑动副

Step13. 定义齿轮副（二）。选择下拉菜单 插入(S) → 传动副(E) → 齿轮副(G)... 命令；选取 J006 为第一个齿轮的旋转副，选取 J007 为第二个齿轮的旋转副；单击 确定 按钮，完成第二个齿轮副的添加。

Step14. 定义点在面上副（本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch10.07\reference\文件下的语音视频讲解文件 WINCH_MACHINE_MOTION-r01.avi）。

说明：在定义点在面上副前，需要将 L007 连杆的组件更改引用集，以便选取模型中的点，具体操作参见视频录像。

Step15. 定义解算方案。选择下拉菜单 插入(S) → 解算方案(I)... 命令；在 解算方案选项 区域的 时间 文本框中输入数值 10，在 步数 文本框中输入数值 1000，选中 ☑ 包含静态分析 与 ☑ 通过按“确定”进行解算 选项；单击 确定 按钮，完成运算器的添加。

Step16. 播放动画。在“动画控制”工具栏中单击“播放” 按钮，即可播放动画。

注意：只有在“动画控制”工具栏中单击“完成动画” 按钮之后，才可修改动画的相关属性。

Step17. 在“动画控制”工具栏中单击“导出至电影” 按钮，系统弹出“录制电影”对话框，单击 OK 按钮，单击（完成动画）按钮，完成运动仿真的创建。

Step18. 保存零件模型。

第 11 章　产品的工程图设计（基础）

11.1　工程图概述

11.1.1　工程图的重要性

相信很多人都已经察觉到，如今的时代俨然是一个 3D 时代。游戏世界里早就出现了 3D 游戏，动画也成了 3D 动画，就连电影里的特技都离不开 3D 制作与渲染。机械设计软件行业里更是出现了众多优秀的 3D 设计软件，比如 UG NX 10.0、Pro/ENGINEER、CATIA、UG、AutoCAD 以及 CAXA（国产软件）等。随着这些优秀软件相继进入我国市场并得以迅速推广，以及我国自主研发成功一定种类的 3D 设计软件，“三维设计”概念已逐渐深入人心，并成为一种潮流，许多高等院校也相继开设了三维设计的课程，并采用了相应的软件来辅助教学。

由于使用这些软件设计三维实体零件，复杂的空间曲面造型已经成为比较容易的事情，甚至有些现代化制造企业已经实现了设计、加工、生产无纸化的目标，因而很多人开始认为 2D 设计与 2D 图纸就要成为历史，我们不需要再学习这些烦人的绘图方法、难解的投影关系与枯燥无味的各种标准了。

不错，这是个与时俱进的观念，它改变着人们传统的机械设计观念，也指导我们追求更好、更高的技术，但是，只要我们认清中国的国情，了解我国机械设计、制造行业的现状，就会发现仍旧有大量的工厂使用着 2D 工程图，许多员工可以轻易地读懂工程图而不能从 3D 模型里面读出加工所需要的参数。国家标准对整个工程制图以及加工工艺等做了详细的规定，却未对 3D“图纸”做过多的标准制定。可以看出，几乎整个机械设计制造业都在遵循着国家标准，都在使用 2D 工程图来进行交流，3D 潮流显然还没有动摇传统的 2D 观念；虽然使用 3D 设计软件设计的零件模型的形状和结构很容易为人们所读懂，但是 3D“图纸”也具有本身的不足之处而无法替代 2D 工程图的地位。其理由有以下几个方面：

- 立体模型（3D“图纸”）无法像 2D 工程图那样可以标注完整的加工参数，如尺寸、几何公差、加工精度、基准、表面粗糙度符号和焊缝符号等。
- 不是所有零件都需要采用 CNC 或 NC 等数控机床加工，因而需要出示工程图在普通机床上进行传统加工。
- 立体模型（3D“图纸”）仍然存在无法表达清楚的局部结构，如零件中的斜槽和凹孔等，这时可以在 2D 工程图中通过不同方位的视图来表达局部细节。

- 通常把零件交给第三方厂家加工生产时，需要出示工程图。

所以，我们应该保持对 2D 工程图的重视，纠正 3D 淘汰 2D 的错误观点。当然我们也不能过分强调 2D 工程图的重要性，毕竟使用 3D 软件进行机械设计可以大大提高工作的效率和节省生产成本；要成为一个优秀的机械工程师或机械设计师，我们不仅要具备坚实的机械制图基础，也需要具备先进的三维设计观念。

11.1.2　UG NX 10.0 工程图特点

使用 UG NX 10.0 的制图环境可以创建三维模型的工程图，且图样与模型相关联。因此，图样能够反映模型在设计阶段中的更改，可以使图样与装配模型或单个零部件保持同步。其主要特点如下。

用户界面直观、易用、简洁，可以快速方便地创建图样。

“在图纸上”工作的画图板模式。此方法类似于制图人员在画图板上绘图。应用此方法可以极大地提高工作效率。

支持新的装配体系结构和并行工程。制图人员可以在设计人员对模型进行处理的同时制作图样。

可以快速地将视图放置到图纸上，系统会自动正交对齐视图。

具有创建与自动隐藏线和剖面线完全关联的横剖面视图的功能。

具有从图形窗口编辑大多数制图对象（如尺寸、符号等）的功能。用户可以创建制图对象，并立即对其进行修改。

图样视图的自动隐藏线渲染。

在制图过程中，系统的反馈信息可减少许多返工和编辑工作。

使用对图样进行更新的用户控件，能有效地提高工作效率。

11.1.3　工程图的组成

在学习本节前，请打开 D:\ug10pd\work\ch11.01\AXLE_BOX_DRAWING.prt 文件，然后在该文件夹中调用 A3.prt 图样，结果如图 11.1.1 所示，UG NX 10.0 的工程图主要由以下三个部分组成：

- 视图：包括六个基本视图（主视图、俯视图、左视图、右视图、仰视图和后视图）、放大图、各种剖视图、断面图、辅助视图等。在制作工程图时，根据实际零件的特点选择不同的视图组合，以便简单清楚地表达各个设计参数。
- 尺寸、公差、注释说明及表面粗糙度：包括形状尺寸、位置尺寸、形状公差、位

置公差、注释说明、技术要求以及零件的表面粗糙度要求。

- 图框、标题栏等。

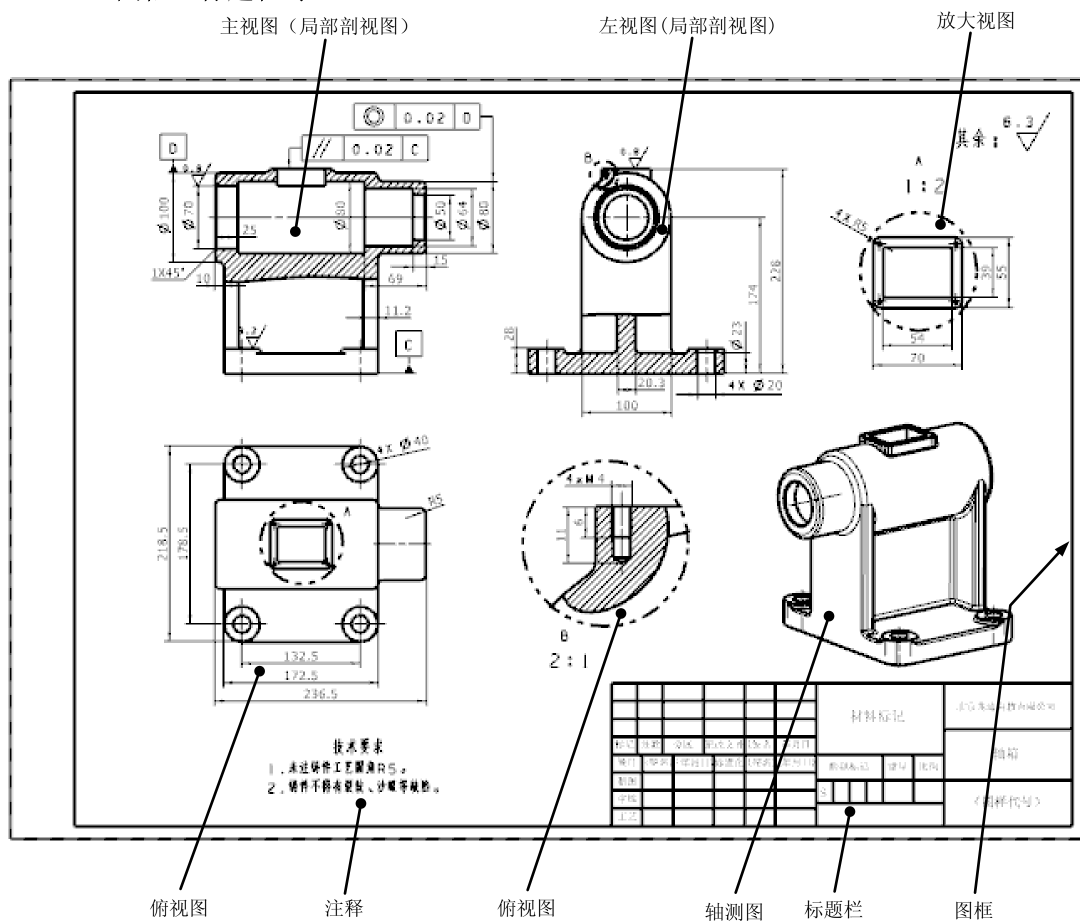


图 11.1.1　工程图的组成

11.1.4　工程图环境中的下拉菜单与工具条

新建一个文件后，有三种方法进入工程图环境，分别介绍如下。

方法一：选择图 11.1.2 所示的下拉菜单 启动 → 制图(D)... 命令。

方法二：在“应用模块”工具条中单击“制图”按钮（图 11.1.2）。

方法三：利用组合键<Ctrl+Shift+ D>。

进入工程图环境以后，下拉菜单将会发生一些变化，系统为用户提供了一个方便、快捷的操作界面。下面对工程图环境中较为常用的下拉菜单和工具条进行介绍。

1．下拉菜单

（1）首选项(P) 下拉菜单。该菜单主要用于在创建工程图之前对制图环境进行设置，如图 11.1.3 所示。

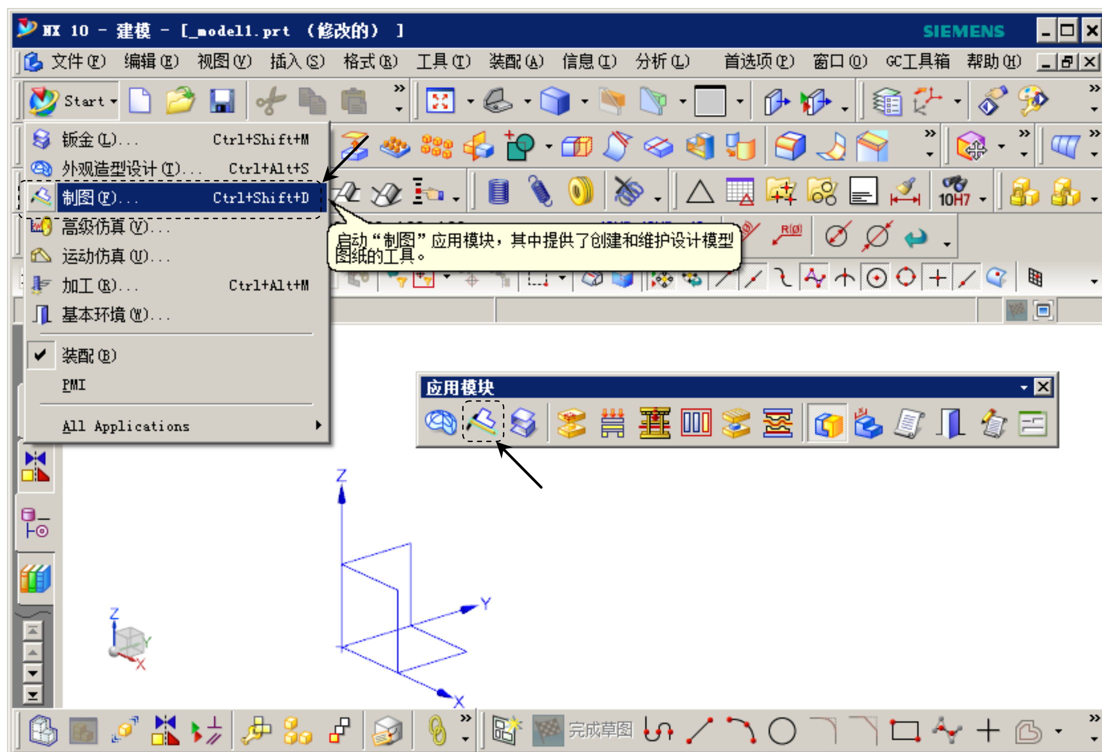


图 11.1.2 进入工程图环境的几种方法

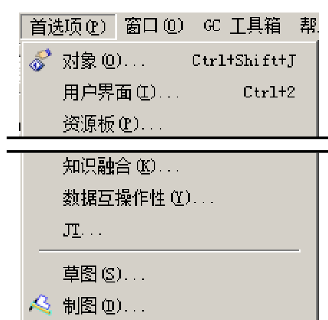


图 11.1.3 "首选项"下拉菜单

（2）插入(S)下拉菜单如图 11.1.4 所示。

（3）编辑(E)下拉菜单如图 11.1.5 所示。

2. 工具条

进入工程图环境以后，系统会自动增加许多与工程图操作有关的工具条。下面对工程图环境中较为常用的工具条分别进行介绍。

说明：

选择下拉菜单 工具(T) ➡ 定制(Z)... 命令，在弹出的"定制"对话框的 工具条 选项卡中进行设置，可以显示或隐藏相关的工具条。

工具条中没有显示的按钮，可以通过下面的方法将它们显示出来：单击右上角的 按

钮，在其下方弹出添加或移除按钮按钮，将鼠标放到该按钮上，在弹出的“添加选项”中包含所有供用户选择的按钮。

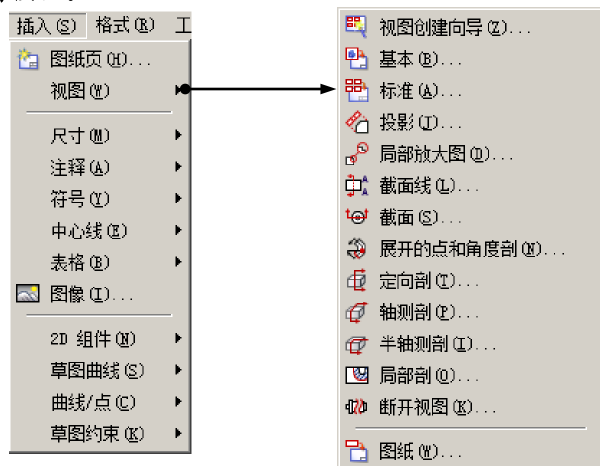


图 11.1.4　“插入”下拉菜单

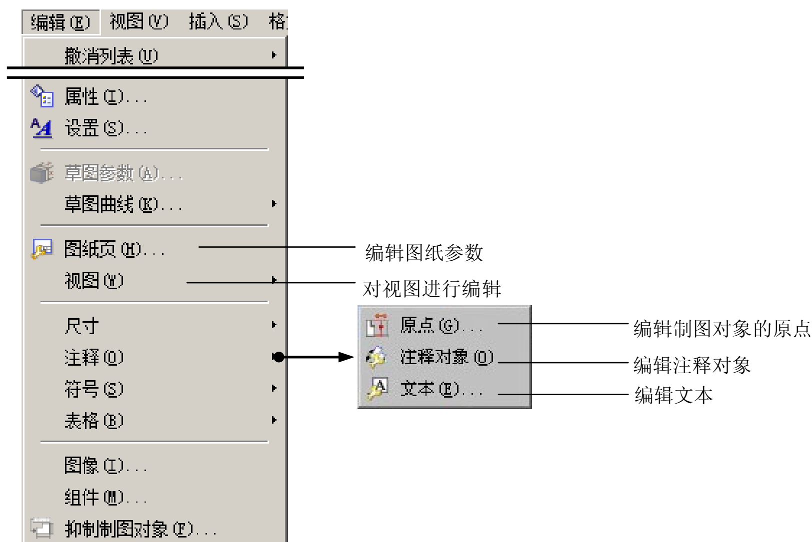


图 11.1.5　“编辑”下拉菜单

（1）“图纸”工具条如图 11.1.6 所示。

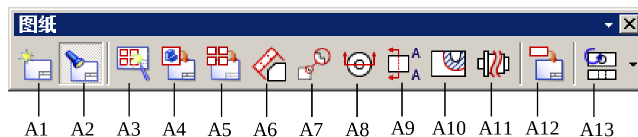


图 11.1.6　“图纸”工具条

图 11.1.6 所示的“图纸”工具条中各按钮的说明如下。

A1：新建图纸页。　　A2：显示图纸页。

A3：视图创建向导。　　A4：创建基本视图。

A5：创建标准视图。　　A6：创建投影视图。

A7：创建局部放大图。　　A8：创建剖视图。

A9：创建截面线。　　A10：创建局部剖视图。

A11：创建断开视图。　　A12：创建图纸视图。

A13：更新视图。

（2）“尺寸”工具条如图 11.1.7 所示。

图 11.1.7 所示的“尺寸”工具条中各按钮的说明如下。

B1：创建快速尺寸。　　B2：创建线性尺寸。

B3：创建径向尺寸。　　B4：创建坐标参数。

（3）“注释”工具条如图 11.1.8 所示。

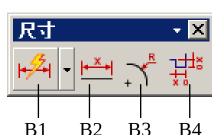


图 11.1.7　“尺寸”工具条

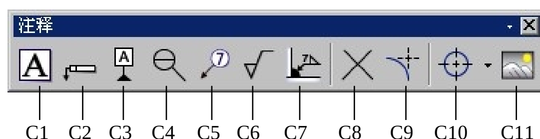


图 11.1.8　“注释”工具条

图 11.1.8 所示的“注释”工具条中各按钮的说明如下。

C1：创建注释。　　C2：创建特征控制框。

C3：创建基准。　　C4：创建基准目标。

C5：符号标注。　　C6：表面粗糙度符号。

C7：焊接符号。　　C8：目标点符号。

C9：相交符号。　　C10：中心标记。

C11：图像。



图 11.1.9　“表”工具条

（4）“表”工具条如图 11.1.9 所示。

图 11.1.9 所示的“表”工具条中各按钮的说明如下。

D1：表格注释。　　D2：零件明细表。

D3：自动符号标注。



图 11.1.10　“制图编辑”工具条

（5）“制图编辑”工具条如图 11.1.10 所示。

图 11.1.10 所示的“制图编辑”工具条中各按钮的说明如下。

E1：编辑样式。　　E2：编辑注释。

E3：隐藏视图中的组件。　　E4：显示视图中的组件。

E5：视图中的剖切。

11.1.5　部件导航器

在学习本节前，请先打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.01\ AXLE_BOX_DRAWING.prt。

在 UG NX 10.0 中，部件导航器（也可以称为图样导航器）如图 11.1.11 所示，可用于编辑、查询和删除图样（包括在当前部件中的成员视图），模型树包括零件的图纸页、成员视图、剖面线和表格。在工程图环境中，有以下几种方式可以编辑图样或者图样上的视图。

修改视图的显示样式。在模型树中双击某个视图，在系统弹出的“视图样式”对话框中进行编辑。

修改视图所在的图纸页。在模型树中选择视图，并拖至另一张图纸页。

打开某一图纸页。在模型树中双击该图纸页即可。

在部件导航器的模型树结构中，提供了图、图片和视图节点，下面针对不同对象分别进行介绍。

（1）在部件导航器中的 图纸 节点上右击，系统弹出图 11.1.12 所示的快捷菜单（一）。



图 11.1.11　部件导航器



图 11.1.12　快捷菜单（一）

（2）在部件导航器中的 图纸页 节点上右击，系统弹出图 11.1.13 所示的快捷菜单（二）。

（3）在部件导航器中的 导入的 节点上右击，系统弹出图 11.1.14 所示的快捷菜单（三）。



图 11.1.13　快捷菜单（二）



图 11.1.14　快捷菜单（三）

11.2　工程图参数预设置

UG NX 10.0 默认安装后提供了多个国际通用的制图标准，其中系统默认的制图标准“GB（出厂设置）”中的很多选项不满足企业的具体制图需要，所以在创建工程图之前，一般先要对工程图参数进行预设置。通过工程图参数的预设置可以控制箭头的大小、线条的粗细、隐藏线的显示与否、标注的字体和大小等。用户可以通过预设置工程图的参数来改变制图环境，使所创建的工程图符合我国的国家标准。

11.2.1　工程图参数设置

选择下拉菜单 首选项(P) → 制图(D)... 命令，系统弹出图 11.2.1 所示的“制图首选项”对话框，该对话框的功能如下：

（1）设置视图和注释的版本。

（2）设置成员视图的预览样式。

（3）视图的更新和边界、显示抽取边缘的面及加载组件的设置。

（4）保留注释的显示设置。

11.2.2　原点参数设置

选择下拉菜单 编辑(E) → 注释(O) ▸ → 原点(G)... 命令，系统弹出图 11.2.2 所示的“原点工具”对话框。

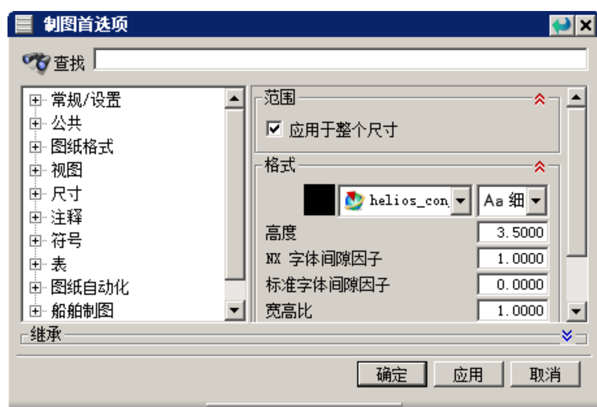


图 11.2.1　“制图首选项”对话框



图 11.2.2　“原点工具”对话框

图 11.2.2 所示“原点工具”对话框中的各选项说明如下。

(拖动)：通过光标来指示屏幕上的位置，从而定义制图对象的原点。如果选择 ☑ 关联

选项，可以激活相对位置下拉列表，以便用户可以将注释与某个参考点相关联。

（相对于视图）：定义制图对象相对于图样成员视图的原点移动、复制或旋转视图时，注释也随着成员视图移动。只有独立的制图对象（如注释、符号等）可以与视图关联。

（水平文本对齐）：该选项用于设置在水平方向与现有的某个基本制图对象对齐。此选项允许用户将源注释与目标注释上的某个文本定位位置相关联，让尺寸与选择的文本水平对齐。

（竖直文本对齐）：该选项用于设置在竖直方向与现有的某个基本制图对象的对齐。此选项允许用户将源注释与目标注释上的某个文本定位位置相关联。打开时，会让尺寸与选择的文本竖直对齐。

（对齐箭头）：该选项用来创建制图对象的箭头与现有制图对象的箭头对齐，来指定制图对象的原点。打开时，会让尺寸与选择的箭头对齐。

（点构造器）：通过“原点位置”下拉菜单来启用所有的点位置选项，以使注释与某个参考点相关联。打开时，可以选择控制点、端点、交点和中心点为尺寸和符号的放置位置。

（偏置字符）：该选项可设置当前字符大小（高度）的倍数，使尺寸与对象偏移指定的字符数后对齐。

11.2.3　注释参数设置

选择下拉菜单首选项(P) ➡ 制图(D)...命令，系统弹出图 11.2.1 所示的“制图首选项”对话框，在该对话框中的“公共”“尺寸”“注释”“表”节点下，可调整文字属性、尺寸属性及表格属性等注释参数。

11.2.4　截面线参数设置

选择下拉菜单首选项(P) ➡ 制图(D)...命令，系统弹出图 11.2.1 所示的“制图首选项”对话框，在该对话框视图节点下选择截面线选项，如图 11.2.3 所示，通过设置“截面线”中的参数，既可以控制以后添加到图样中的剖切线显示，也可以修改现有的剖切线。

11.2.5　视图参数设置

选择下拉菜单首选项(P) ➡ 视图(V)...命令，系统弹出图 11.2.1 所示的“制图首选项”对话框，在该对话框视图节点下展开公共选项，如图 11.2.4 所示，通过对公共区域中参数的设置可以控制图样上的视图显示，包括隐藏线、剖视图背景线、轮廓线和光顺边

等。这些设置只对当前文件和设置以后添加的视图有效，而对于在设置之前添加的视图则可通过编辑视图样式修改，因此在创建工程图之前，最好先进行预设置，这样可以减少很多的编辑工作，提高工作效率。

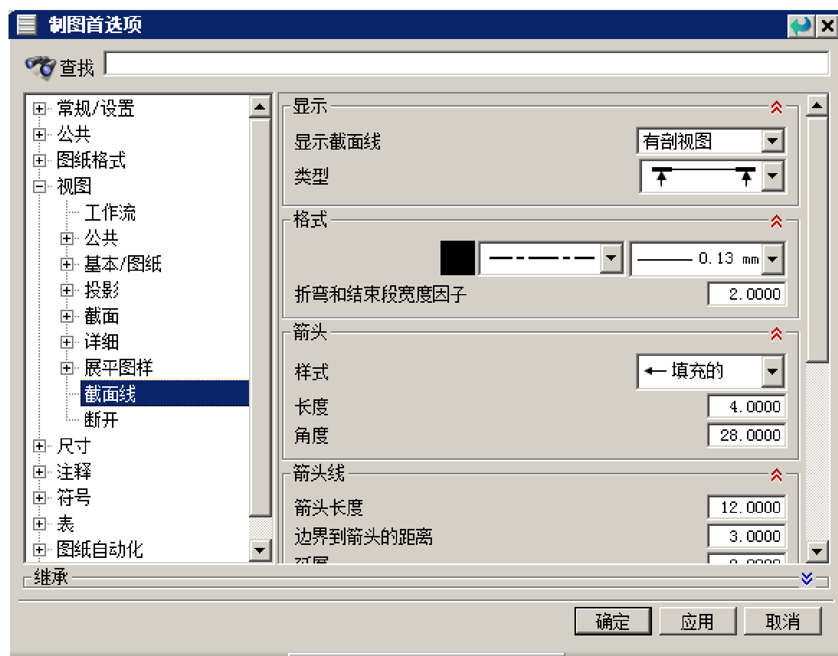


图 11.2.3 “截面线”选项

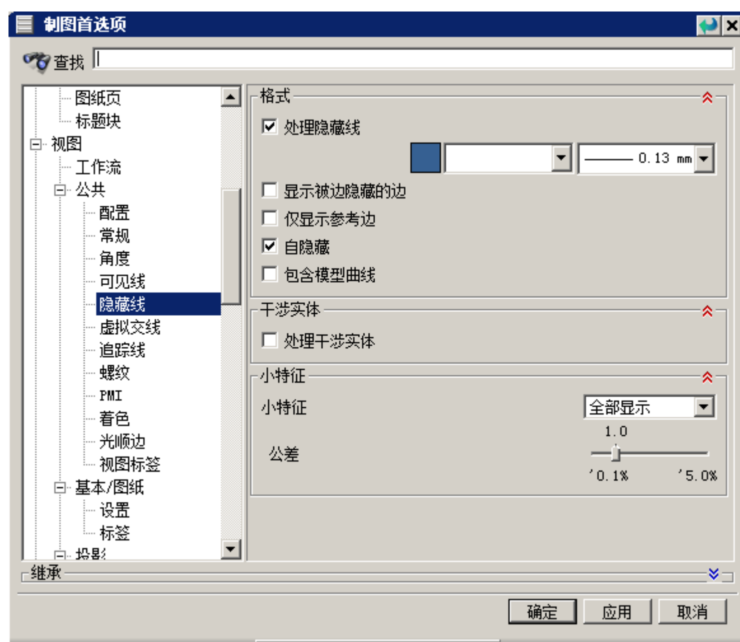


图 11.2.4 “公共”选项

11.2.6　标记参数设置

选择下拉菜单 首选项(P) → 制图(D)... 命令，系统弹出图 11.2.1 所示的“制图首选项”对话框，在该对话框 视图 节点下展开 基本/图纸 选项，然后单击 标签 选项，如图 11.2.5 所示。功能如下。

- 控制视图标签的显示，并查看图样上成员视图的视图比例标签。
- 控制视图标签的前缀名、字母、字母格式和字母比例因子的显示。
- 控制视图比例的文本位置、前缀名、前缀文本比例因子、数值格式和数值比例因子的显示。
- 使用“视图标签首选项”对话框设置添加到图样的后续视图的首选项，或者使用该对话框编辑现有视图标签的设置。

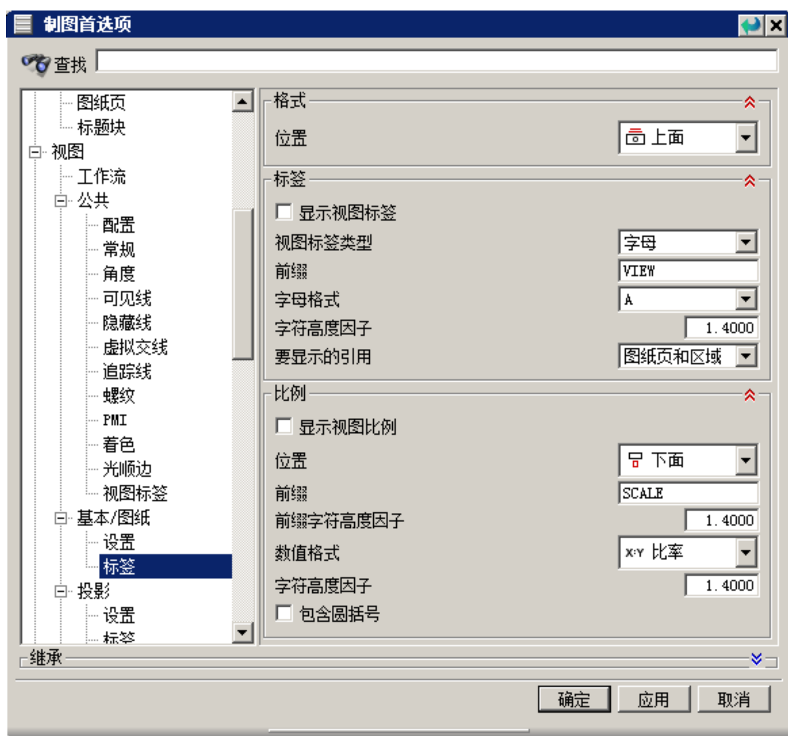


图 11.2.5　“基本/图纸”选项

11.3　图 样 管 理

UG NX 10.0 工程图环境中的图样管理包括工程图样的创建、打开、删除和编辑；下面主要对新建和编辑工程图进行简要介绍。

11.3.1 新建工程图

Step1. 打开零件模型。打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.03\CREATE_DRAWING.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 启动 → 制图(D)... 命令，系统进入工程图环境。

Step3. 选择图纸类型。选择下拉菜单 插入(S) → 图纸页(H)... 命令，系统弹出“图纸页”对话框，在对话框中选择图 11.3.1 所示的选项。

Step4. 单击 确定 按钮，然后在弹出的对话框中单击 取消 按钮，完成图样的创建。

说明：在 Step4 中，单击 确定 按钮之前每单击一次 应用 按钮都会多新建一张图样。

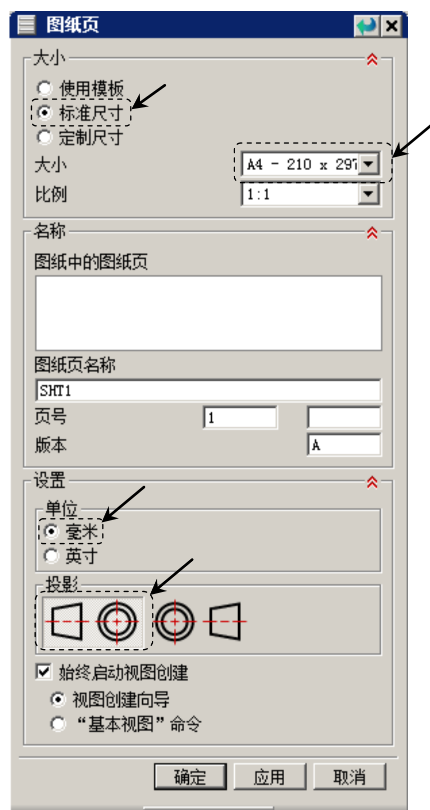


图 11.3.1 “图纸页”对话框

图 11.3.1 所示“图纸页”对话框中的选项和按钮说明如下。

图纸页名称文本框：指定新图样的名称，可以在该文本框中输入图样名；图样名最多可以包含 30 个字符；不允许在名称中使用空格，并且所有名称都自动转换为大写。默认的图纸名是 SHT1。

- 大小下拉列表：用于选择图样大小，系统提供了 A4、A3、A2、A1 和 A0 五种型号的图纸。
- 比例：为添加到图样中的所有视图设定比例。
- 单位：指定 英寸 或 毫米 单位。
- 投影：指定第一角投影 或第三角投影 ；按照国标，应选择 毫米 和第一角投影 。

11.3.2 编辑已存图样

新建一张图样；在部件导航器中选择图样并右击，在弹出的图 11.3.2 所示的快捷菜单中选择 编辑图纸页(H)... 命令，系统弹出图 11.3.3 所示的“图纸页”对话框，利用该对话框可以编辑已存图样的参数。



图 11.3.2　快捷菜单

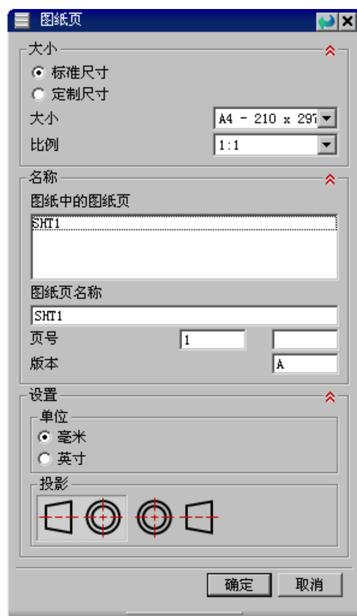


图 11.3.3　“图纸页”对话框

11.4　视图的创建与编辑

视图是按照三维模型的投影关系生成的，主要用来表达部件模型的外部结构及形状。视图分为基本视图、局部放大图、剖视图、半剖视图、旋转剖视图、其他剖视图和局部剖视图。下面分别以具体的实例来说明各种视图的创建方法。

11.4.1　基本视图

基本视图是基于 3D 几何模型的视图，它可以独立放置在图纸页中，也可以成为其他视图类型的父视图。下面创建图 11.4.1 所示的基本视图，操作过程如下。

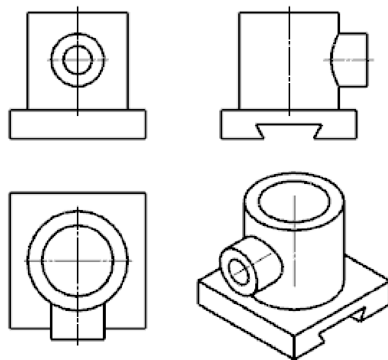


图 11.4.1　零件的基本视图

Step1. 打开零件模型。打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.01\VIEW.prt，进入建模环境，零件模型如图 11.4.2 所示。

Step2. 插入图纸页。选择下拉菜单 启动 → 制图(D)... 命令，进入工程图环境；选择下拉菜单 插入(S) → 图纸页(H)... 命令，系统弹出“图纸页”对话框，在对话框中选择图 11.4.3 所示的选项，然后单击 确定 按钮。

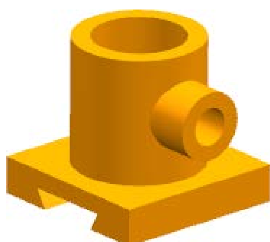


图 11.4.2　零件模型



图 11.4.3　“图纸页”对话框

Step3. 设置视图显示。选择下拉菜单 首选项(P) → 制图(D)... 命令，系统弹出“制图首选项”对话框，在该对话框中 视图 节点下展开 公共 选项，在 隐藏线 选项卡中设置隐藏线为不可见，单击 确定 按钮。

Step4. 选择视图类型。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 基本(B)...，系统弹出图 11.4.4 所示的“基本视图”对话框。定义基本视图参数。在“基本视图”对话框 模型视图 区域的 要使用的模型视图 下拉列表中选择 前视图 选项，在 比例 区域的 比例 下拉列表中选择 1:1 选项。

Step5. 放置视图。在图 11.4.5 所示的三个位置单击以生成主视图、左视图和俯视图。

图 11.4.4 所示的“基本视图”对话框中的按钮说明如下。

部件 区域：该区域用于加载部件、显示已加载部件和最近访问的部件。

视图原点 区域：该区域主要用于定义视图在图形区的摆放位置，例如水平、垂直、鼠标在图形区的点击位置或系统的自动判断等。

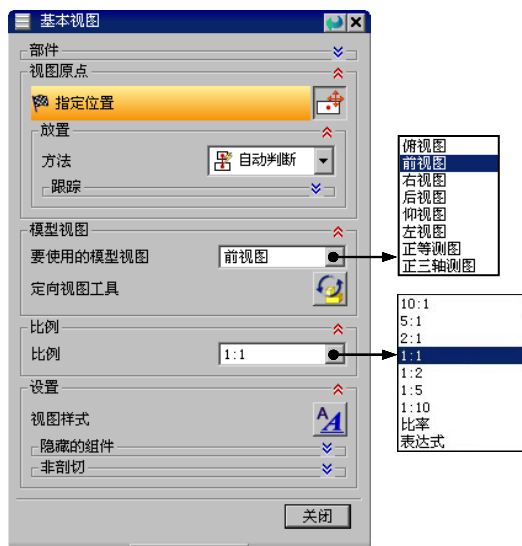


图 11.4.4　“基本视图”对话框

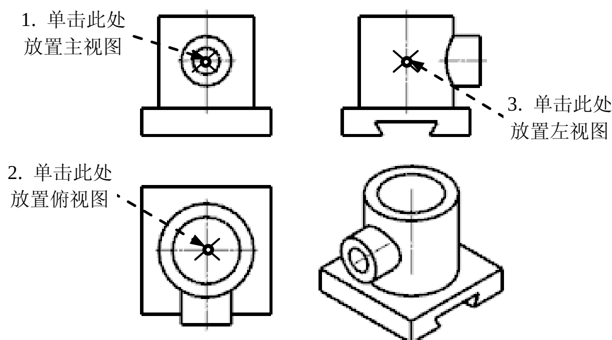


图 11.4.5　视图的放置

模型视图区域：该区域用于定义视图的方向，例如仰视图、前视图和右视图等；单击该区域的“定向视图工具”按钮，系统弹出“定向视图工具”对话框，通过该对话框，可以创建自定义的视图方向。

比例区域：用于在添加视图之前，为基本视图指定一个特定的比例。默认的视图比例值等于图样比例。

设置区域：该区域主要用于完成视图样式的设置，单击该区域的按钮，系统弹出“视图样式”对话框。

Step6. 创建正等测视图。

（1）选择命令。选择下拉菜单插入(S) → 视图(W) → 基本(B)...命令，系统弹出“基本视图”对话框。

（2）选择视图类型。在“基本视图”对话框模型视图区域的要使用的模型视图下拉列表中选择正等测图选项。

（3）定义视图比例。在比例区域的比例下拉列表中选择1:1选项。

（4）放置视图。选择合适的放置位置并单击，单击“投影视图”对话框中的关闭按钮，结果如图 11.4.5 所示。

说明：如果视图位置不合适，可将鼠标移至视图，当出现边框时，可以拖动视图的边框来调整视图的位置。

11.4.2 视图的操作

1. 移动视图

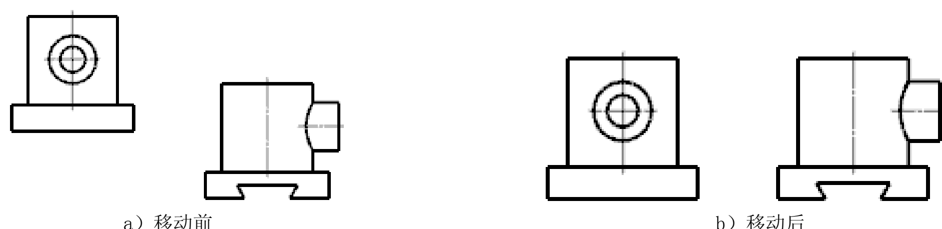
UG NX 10.0 提供了比较方便的视图移动功能。将鼠标指针移至视图的视图边界上并按住左键，然后移动，此时系统会自动判断用户的意图，并显示图形辅助线动态对齐单个视图，当移动至适合的位置时，松开鼠标左键即可。

下面以图 11.4.6 所示的视图为例，说明利用鼠标移动视图的操作步骤。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.02\MOVE_VIEW.prt，系统进入制图环境。

Step2. 移动鼠标指针到左视图的边界上，按下鼠标左键，拖动视图向上方移动。

Step3. 当图形区出现辅助线时，松开鼠标左键，结果如图 11.4.6b 所示。



a）移动前　　b）移动后

图 11.4.6　移动视图

2. 复制视图

复制视图命令可以将现有的视图，通过选择“至一点”“水平”“竖直”“垂直于直线”“至另一图纸”等多种方式进行复制。下面紧接着上面的操作，继续讲解复制视图的操作步骤。

Step1. 选择命令。选择下拉菜单编辑(E) → 视图(W) → 移动/复制(M)...命令，系统弹出图 11.4.7 所示的“移动/复制视图”对话框。

Step2. 选择要复制的视图。在“移动/复制视图”对话框中选中☑复制视图复选框，在视图名文本框中输入复制后的视图名称“TOP02”，然后在图形区中选择要复制的主视图。

Step3. 选择复制方式。在“移动/复制视图”对话框中单击“至另一图纸”按钮，选择“至另一图纸”的复制方式。

注意：若将视图移动到另一图纸中，前提条件是在工程图文件中要有两张或两张以上的图纸页，否则无法移动视图。

Step4. 选择图纸。在系统弹出的图 11.4.8 所示的“视图至另一图纸”对话框中选择SHT2选项，然后单击确定按钮，完成视图的复制，结果如图 11.4.9 所示。

Step5. 单击“移动/复制视图”对话框中的取消按钮，关闭对话框。



图 11.4.7 “移动/复制视图”对话框

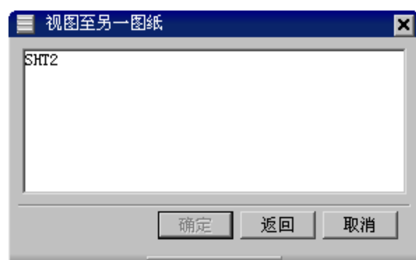


图 11.4.8 “视图至另一图纸”对话框

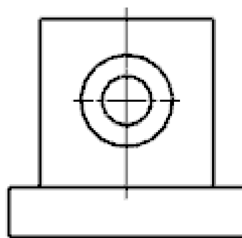


图 11.4.9 复制视图

图 11.4.7 所示的“移动/复制视图”对话框中的选项说明如下。

- 复制视图复选框：选中该项表示为复制视图，取消选中该项表示为移动视图，当选中该项进行复制视图时，需要同时在其后的视图名文本框中输入必要的视图名称。
- 距离复选框：用于定义移动或复制视图时的距离，选中后在其后的文本框中输入相应的数值。
- 下拉列表：用来定义方向矢量，仅在“垂直于直线”按钮被选中时有效。
- 取消选择视图按钮：用于取消已经选中的视图，此时可以继续选择其余视图进行相应的操作。

11.4.3　视图的样式

1．设置视图着色样式

在工程图环境中也可进行视图着色的设置，从而达到不同的设计目的。下面以图 11.4.10

所示的工程图为例，说明编辑视图样式的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.03\VIEW_SHADING.prt，系统进入制图环境。

Step2. 在图纸中选取等轴测视图，然后选择下拉菜单 编辑(E) → 设置(S)... 命令，系统弹出图 11.4.11 所示的“设置”对话框。

说明： 也可以双击视图的边界或者右击视图的边界，在弹出的快捷菜单中选择 设置(S)... 命令，此时系统弹出“设置”对话框。

Step3. 在“设置”对话框 公共 的下拉列表中选择 着色 选项卡，然后在 格式 区域的 渲染样式 下拉列表中选取 完全着色 选项，其余采用系统默认参数。

Step4. 单击 确定 按钮，完成视图着色的编辑，结果如图 11.4.10 所示。

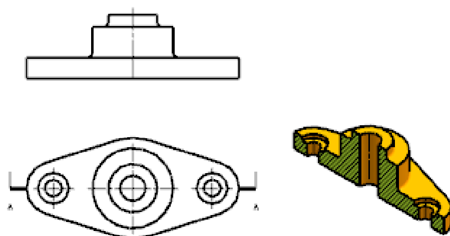


图 11.4.10　视图的着色

图 11.4.11 所示的“着色”选项卡的按钮及选项说明如下。

- 渲染样式 下拉列表：定义视图的渲染样式类型，包括 完全着色、线框 和 局部着色 等三种类型，默认类型为 线框。

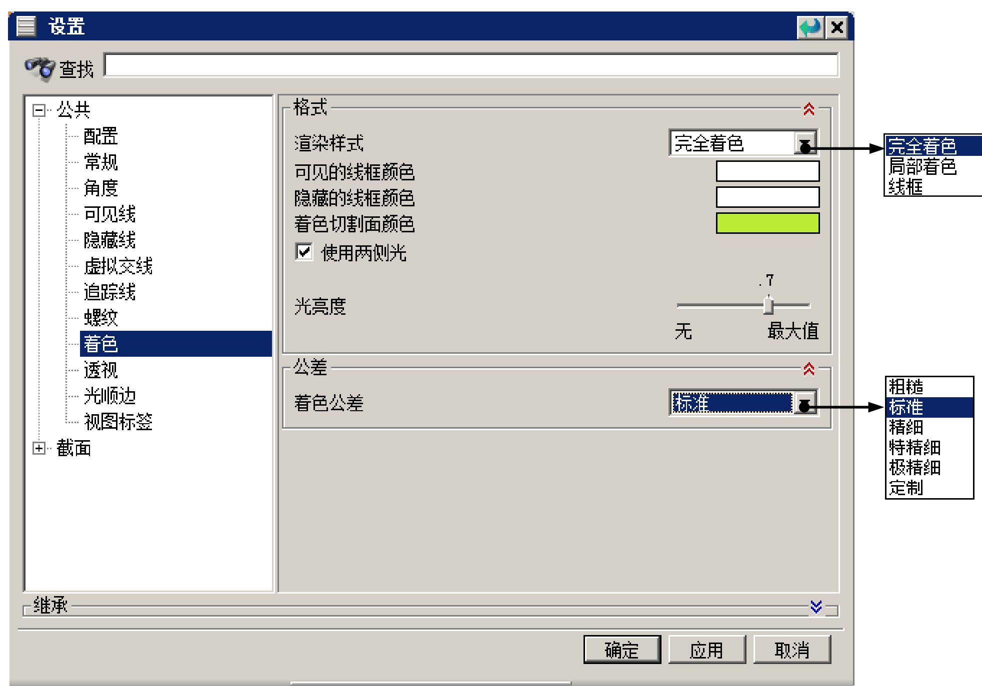


图 11.4.11　“设置”对话框

- 可见的线框颜色按钮：用来指定一种颜色来控制视图中可见边线的颜色。
- 隐藏的线框颜色按钮：用来指定一种颜色来控制视图中隐藏边线的颜色。
- 着色切割面颜色按钮：用来指定一种颜色来控制视图中切割后截面的颜色。
- ☑ 使用两侧光复选框：用来指定光线应用在着色面的正面还是背面，关闭该复选框，则光线不会应用在模型背面。
- 光亮度滑动条：用于指定着色面的光亮强度，通过鼠标拖动来改变。
- ☑ 两侧光复选框：用来指定光线应用在着色面的正面还是背面，关闭该复选框，则光线不会应用在模型背面。

2．设置视图隐藏线样式

一般工程图的视图不显示不可见的隐藏线，如果需要显示，可以通过修改视图样式来完成。下面以图 11.4.12 所示的工程图为例，说明显示隐藏线的一般操作方法。



图 11.4.12　隐藏线的显示

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.03\VIEW_LINE.prt，系统进入制图环境。

Step2. 在图纸中选取图 11.4.12a 所示视图，然后选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 设置(S)... 命令，系统弹出图 11.4.13 所示的“设置”对话框。

Step3. 在“设置”对话框 公共 的下拉列表中选择 隐藏线 选项卡，然后在 格式 区域的线型下拉列表中选取 ------- 选项。

Step4. 单击 确定 按钮，完成隐藏线的显示，结果如图 11.4.12b 所示。

图 11.4.13 所示的“隐藏线”选项卡的按钮及选项说明如下。

- ☑ 处理隐藏线复选框：用来定义隐藏线的状态，选中为开，取消选中为关闭。
- 颜色：用来定义隐藏线的颜色。
- 线型：用来定义隐藏线的线型。
- 0.13 mm 宽度：用来定义隐藏线的宽度。
- ☐ 显示被边隐藏的边复选框：用来控制被其他重叠边线隐藏的边的显示状态。
- ☐ 仅显示参考边复选框：用来控制参考注释的隐藏边的显示状态。
- ☑ 自隐藏复选框：用来控制被自身实体隐藏的边。

- 包含模型曲线复选框：用来控制模型中的线框曲线或 2D 草图曲线的显示状态。
- 干涉实体区域：用来控制有干涉实体时图纸视图中的隐藏线是否被正确显示。
- 小特征区域：用来控制图纸中小特征的渲染状态。如果特征与模型的大小比例小于指定的百分比，则要简化特征。

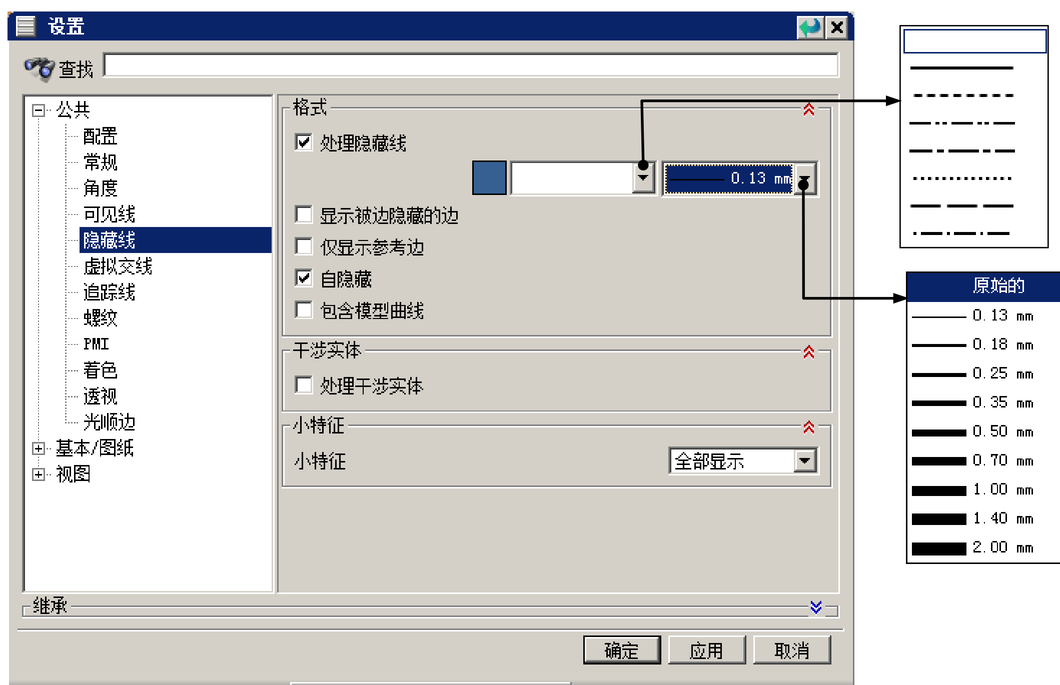


图 11.4.13　“隐藏线”选项卡

11.4.4　局部放大图

局部放大图是将现有视图的某个部位单独放大并建立一个新的视图，以便显示零件结构和便于标注尺寸。下面创建图 11.4.14 所示的局部放大图，操作过程如下。

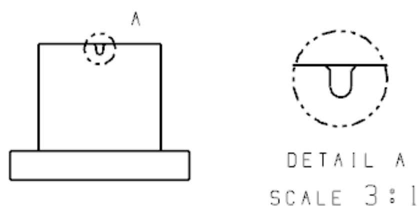


图 11.4.14　局部放大图

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.04\MAGNIFY_VIEW.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 局部放大图(D)...命令，系统弹出图 11.4.15 所示的“局部放大图”对话框。

Step3. 选择边界类型。在“局部放大图”对话框的类型下拉列表中选择 圆形选项（图 11.4.15）。

图 11.4.15 所示“局部放大图”对话框的按钮说明如下。

- 类型区域：该区域用于定义绘制局部放大图边界的类型，包括“圆形”“按拐角绘

制矩形”“按中心和拐角绘制矩形”。

- 边界区域：该区域用于定义创建局部放大图的边界位置。
- 父项上的标签区域：该区域用于定义父视图边界上的标签类型，包括“无”“圆”“注释”“标签”“内嵌”“边界”。

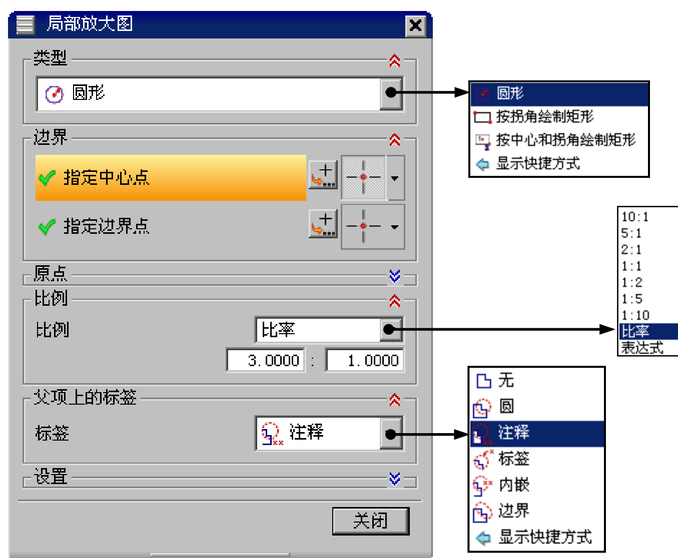


图 11.4.15　“局部放大图”对话框

Step4. 绘制放大区域的边界（图 11.4.16）。

Step5. 指定放大图比例。在“局部放大图”对话框比例区域的比例下拉列表中选择比率选项，输入 3:1。

Step6. 定义父视图上的标签。在对话框父项上的标签区域的标签下拉列表中选择注释选项。

Step7. 放置视图。选择合适的位置（图 11.4.17）并单击以放置放大图，然后单击关闭按钮。

Step8. 设置视图标签样式。双击父视图上放大区域的边界，系统弹出“设置”对话框，在该对话框详细的下拉列表中选择标签，然后设置图 11.4.18 所示的参数，完成设置后单击确定按钮。

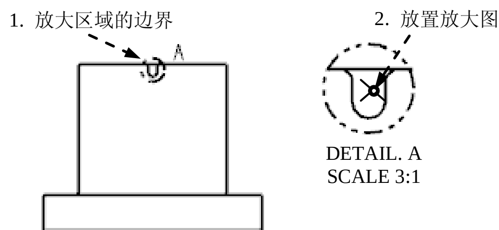


图 11.4.16　局部放大图的放置

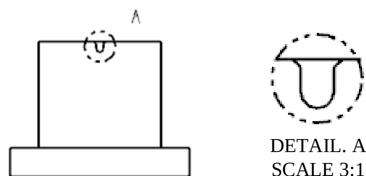


图 11.4.17　局部放大图

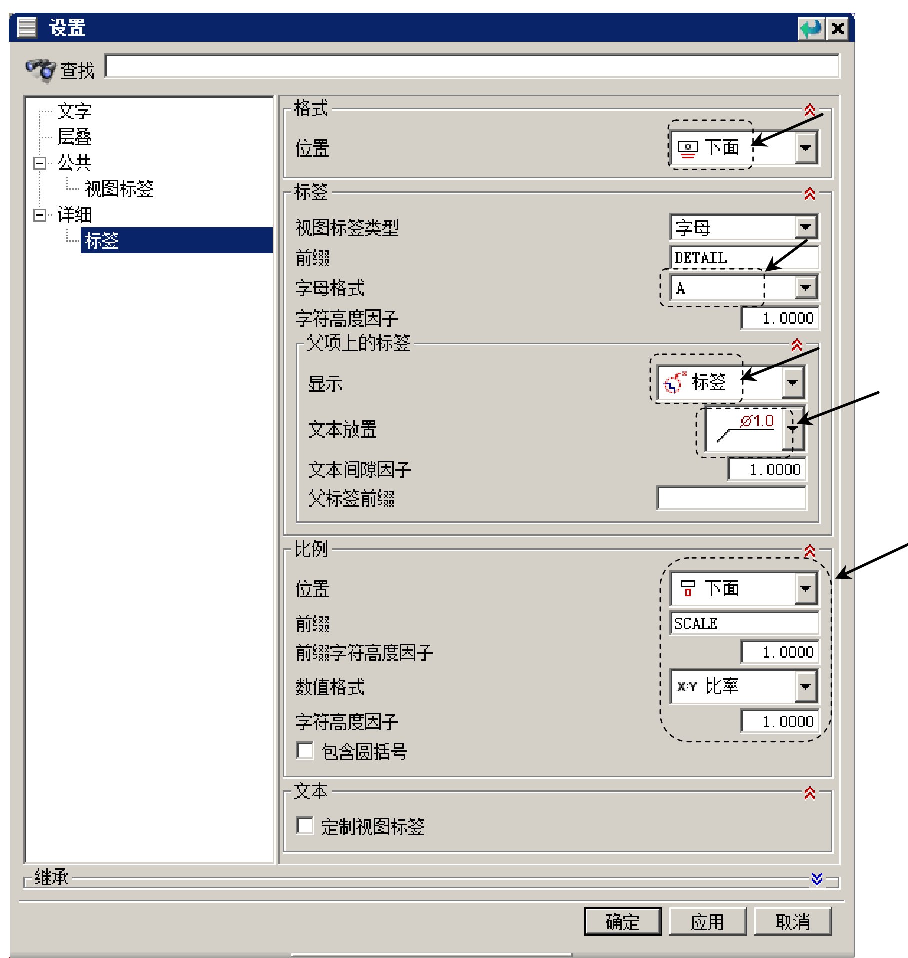


图 11.4.18 “设置”对话框

11.4.5 全剖视图

剖视图通常用来表达零件的内部结构和形状，在 UG NX 中可以使用简单/阶梯剖视图命令创建工程图中常见的全剖视图和阶梯剖视图。下面创建图 11.4.19 所示的全剖视图，操作过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.05\SECTION_CUT.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 剖视图(S)... 命令，系统弹出“剖视图”对话框。

Step3. 定义剖切类型。在 截面线 区域的 方法 下拉列表中选择 简单剖/阶梯剖 选项。

说明：系统自动选择距剖切位置最近的视图作为创建全剖视图的父视图。

Step4. 选择剖切位置。确认“捕捉方式”工具条中的 ⊙ 按钮被按下，选取图 11.4.20 所示的圆，系统自动捕捉圆心位置。

Step5. 放置剖视图。在系统指示图纸页上剖视图的中心的提示下，在图 11.4.20 所示的位置单击放置剖视图，然后按 Esc 键结束，完成全剖视图的创建。

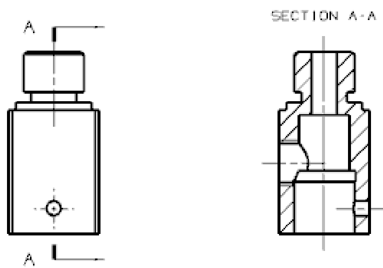


图 11.4.19　全剖视图

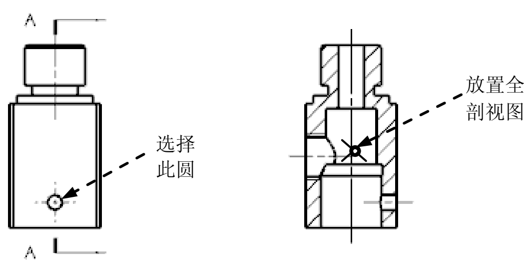


图 11.4.20　放置剖面视图

11.4.6　半剖视图

半剖视图通常用来表达对称零件，一半剖视图表达了零件的内部结构，另一半视图则可以表达零件的外形。下面创建图 11.4.21 所示的半剖视图，操作过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.06\HALF_SECTION_CUT.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 剖视图(S)... 命令，系统弹出“剖视图”对话框。

Step3. 定义剖切类型。在 截面线 区域的 方法 下拉列表中选择 半剖 选项。

Step4. 选择剖切位置。确认“捕捉方式”工具条中的 按钮被按下，选取图 11.4.21 所示的圆弧 1 和圆弧 2，系统自动捕捉圆心位置。

Step5. 放置半剖视图。移动鼠标到合适的位置单击，完成视图的放置。

11.4.7　旋转剖视图

旋转剖视图是采用相交的剖切面来剖开零件，然后将被剖切面剖开的结构等旋转到同一个平面上进行投影的剖视图。下面创建图 11.4.22 所示的旋转剖视图，操作过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.07\REVOLVED_SEC_CUT.prt。

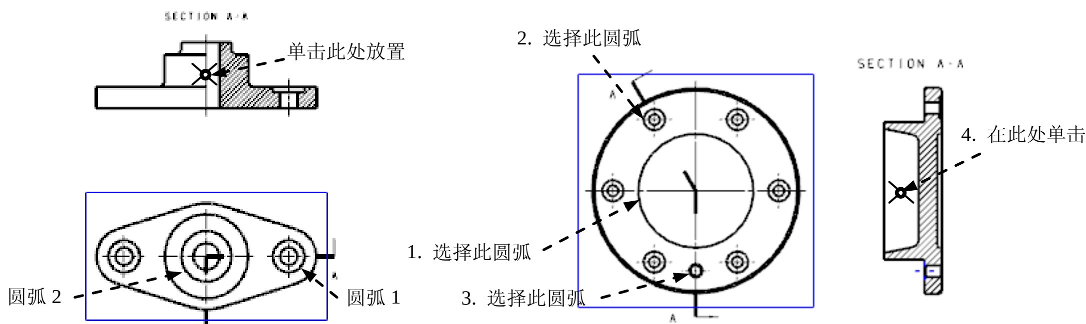


图 11.4.21　半剖视图

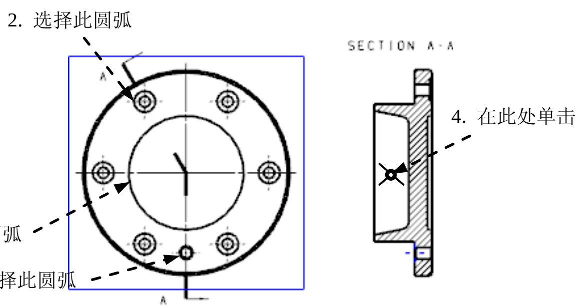


图 11.4.22　旋转剖视图

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 剖视图(S)... 命令，系统弹出“剖视图”对话框。

Step3. 定义剖切类型。在 截面线 区域的 方法 下拉列表中选择 旋转 选项。

Step4. 选择剖切位置。单击选中“捕捉方式”工具条中的 按钮，选取图 11.4.22 中的 1 所指示的圆弧；然后选取图 11.4.22 中的 2 所指示的圆弧，再选取图 11.4.22 中 3 指示的圆弧。

Step5. 放置剖视图。在系统 指示图纸页上剖视图的中心 的提示下，单击图 11.4.22 所示的位置 4，完成视图的放置。

11.4.8 阶梯剖视图

阶梯剖视图也是一种全剖视图，只是阶梯剖的剖切平面一般是一组平行的平面，在工程图中，其剖切线为一条连续垂直的折线。下面创建图 11.4.23 所示的阶梯视图，操作过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.08\STEP_SEC_CUT.prt。

Step2. 绘制剖面线。

（1）选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 截面线(L)... 命令，系统自动进入草图环境。

说明：如果当前图纸中不止一个视图，则需要先选择父视图才能进入草图环境。

（2）绘制图 11.4.24 所示的剖切线。

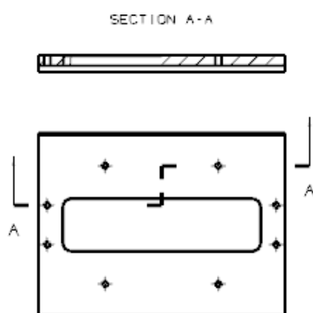


图 11.4.23 阶梯剖视图

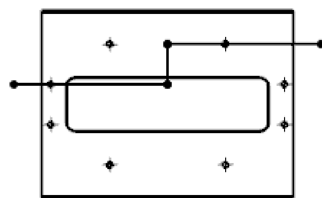


图 11.4.24 移动鼠标位置

（3）退出草图环境，系统弹出“截面线”对话框，在该对话框的 方法 下拉列表中选择 简单剖/阶梯剖 选项，然后单击 按钮，单击 确定 按钮，完成剖切线的创建。

Step3. 创建阶梯剖视图。

（1）选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 剖视图(S)... 命令，系统弹出“剖视图”对话框。

（2）定义剖切类型。在截面线区域的定义下拉列表中选择选择现有的选项，然后选择前面绘制的剖切线。

（3）在原视图的上方单击放置阶梯剖视图。

（4）单击“剖视图”对话框中的关闭按钮。

11.4.9　局部剖视图

局部剖视图是通过移除零件某个局部区域的材料来查看内部结构的剖视图，创建时需要提前绘制封闭或开放的曲线来定义要剖开的区域。下面创建图 11.4.25 所示的局部剖视图，操作过程如下。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.09\BREAKOUT_SEC.prt。

Step2. 绘制局部剖视图的边界。

（1）在前视图的边界上右击，在系统弹出的快捷菜单中选择活动草图视图命令，此时将激活前视图为草图视图。

（2）单击“草图工具”工具条中的“艺术样条”按钮，系统弹出“艺术样条”对话框，选择通过点类型，绘制如图 11.4.26 所示的样条曲线，单击对话框中的< 确定 >按钮。

（3）单击“草图工具”工具条中的完成草图按钮，完成草图绘制。

Step3. 选择命令。选择下拉菜单插入(S) ➡ 视图(W) ➡ 局部剖(O)...命令，系统弹出“局部剖”对话框（图 11.4.27）。

Step4. 创建局部剖视图。

（1）选择生成局部剖的视图。在绘图区选取前视图。

（2）定义基点。单击“捕捉方式”工具条中的按钮，选取如图 11.4.28 所示的基点。

（3）定义拉伸的矢量方向。接受系统的默认方向。

（4）选择剖切线。单击“局部剖”对话框中的“选择曲线”按钮；选择样条曲线为剖切线；单击应用按钮；再单击取消按钮，完成局部剖视图的创建。

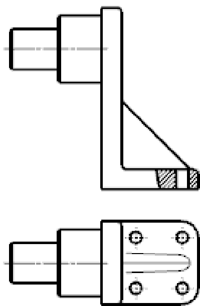


图 11.4.25　局部剖视图

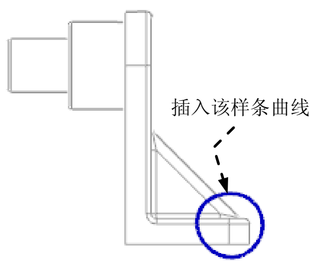


图 11.4.26　插入曲线



图 11.4.27　“局部剖”对话框

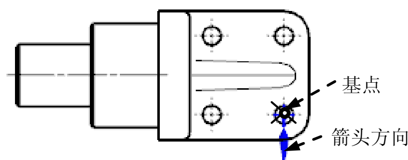


图 11.4.28　选取基点

11.4.10　断开视图

断开视图是通过创建、修改产生的带有多个边界的压缩视图，由于视图边界发生了变化，因而视图的显示几何体也会随之改变。下面以图 11.4.29 所示为例，说明创建断开视图的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.10\BREAK_VIEW.prt，系统进入制图环境。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 断开视图(K)... 命令（或单击“图纸”工具条中的 按钮），系统弹出“断开视图”对话框（图 11.4.30 所示）。

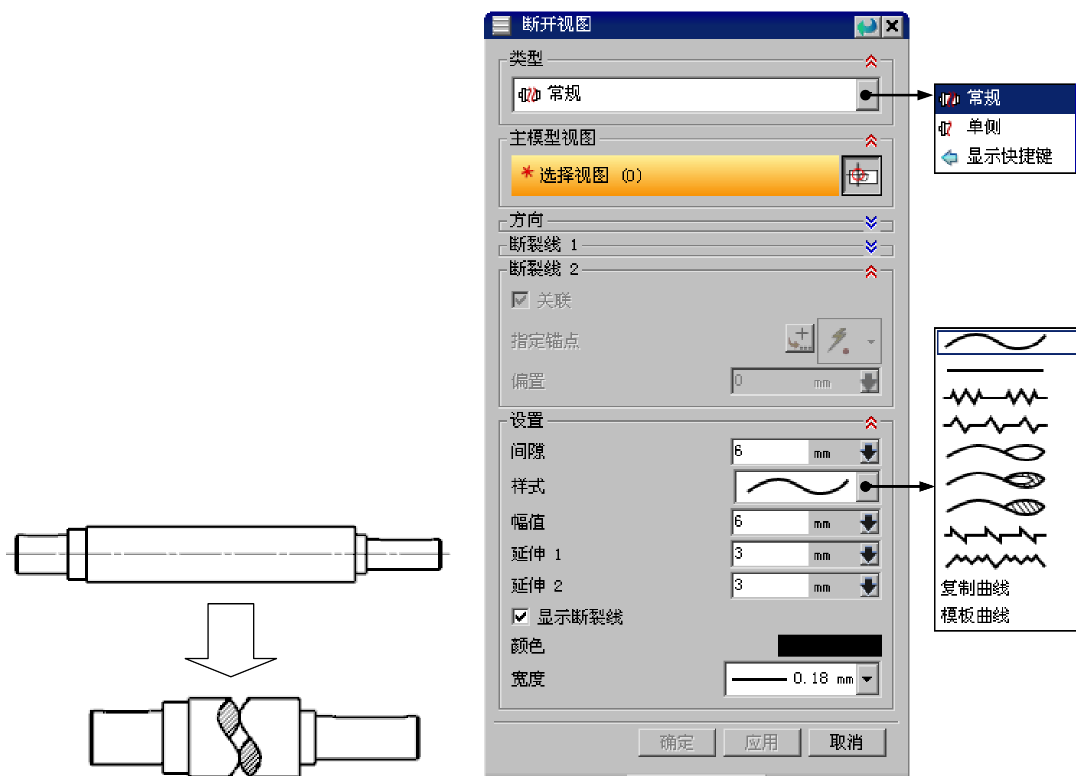


图 11.4.29　断开视图



图 11.4.30　“断开视图”对话框

Step3. 创建断开视图。

（1）选择视图。在系统选择视图的提示下，选取要断开的模型视图。

图 11.4.30 所示的“断开视图”对话框的选项、按钮说明如下。

- 常规选项：选择此类型创建的断开视图为两侧断开。
- 单侧选项：选择此类型创建的断开视图为单侧断开。
- 方向区域：定义断开视图的断开方向，可以通过单击其下的指定矢量来确定。
- 断裂线 1 区域：用来定义第一条断裂线的位置，可以通过单击其下的“点构造器”来指定。
- 断裂线 2 区域：用来定义第二条断裂线的位置，可以通过单击其下的“点构造器”来指定。
- 设置区域：用来定义断裂线的样式。
  - ☑ 间隙文本框：用来定义视图断开后两条断裂线间的距离。
  - ☑ 样式下拉列表：用来定义两条断裂线的线型。
  - ☑ 幅值文本框：用来定义断裂线的弯曲程度。
  - ☑ 延伸 1 文本框：用来定义断裂线的一端超出视图实体轮廓的长度。
  - ☑ 延伸 2 文本框：用来定义断裂线的另一端超出视图实体轮廓的长度。

（2）定义断裂线样式。在“断开视图”对话框的样式下拉列表中选择 选项，其余参数采用系统默认设置。

（3）定义断裂线位置。确认“捕捉方式”工具条中的 按钮被按下，依次选取图 11.4.31 所示的位置点。

（4）单击确定按钮，完成断开视图的创建。

说明：如果需要取消视图的断开效果，可以在断裂线上右击，然后在快捷菜单中选择抑制命令。

11.4.11 显示与更新视图

1. 视图的显示

在“图纸”工具栏中单击 按钮（该按钮默认不显示在工具条中，需要手动添加），系统会在模型的三维图形和二维工程图之间进行切换。

2. 视图的更新

选择下拉菜单编辑(E) → 视图(W) → 更新(U)... 命令，可更新图形区中的视图。选择该命令后，系统弹出图 11.4.32 所示的“更新视图”对话框。

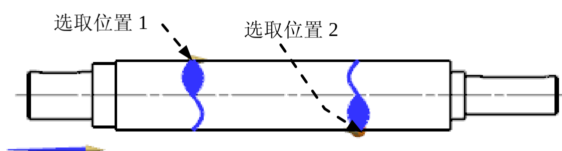


图 11.4.31 定义断裂线位置

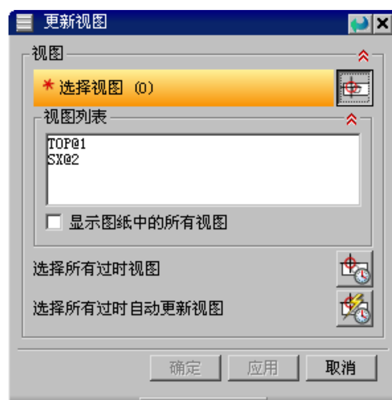


图 11.4.32 “更新视图”对话框

图 11.4.32 所示的“更新视图”对话框的按钮及选项说明如下。

- 显示图纸中的所有视图：列出当前存在于部件文件中所有图样页面上的所有视图，当该复选框被选中时，部件文件中的所有视图都在该对话框中可见并可供选择。如果取消选中该复选框，则只能选择当前显示的图样上的视图。
- 选择所有过时视图：用于选择工程图中的过期视图。单击 应用 按钮之后，这些视图将进行更新。
- 选择所有过时自动更新视图：用于选择工程图中的所有过期视图并自动更新。

11.4.12 对齐视图

UG NX 10.0 提供了比较方便的视图对齐功能。将鼠标移至视图边界上并按住左键，然后移动，系统会自动判断用户的意图，显示可能的对齐方式，当移动至适合的位置时，松开鼠标左键即可。但是如果这种方法不能满足要求的话，用户还可以利用 对齐视图(A)... 命令来对齐视图。下面以图 11.4.33 为例，来说明利用该命令来对齐视图的一般过程。

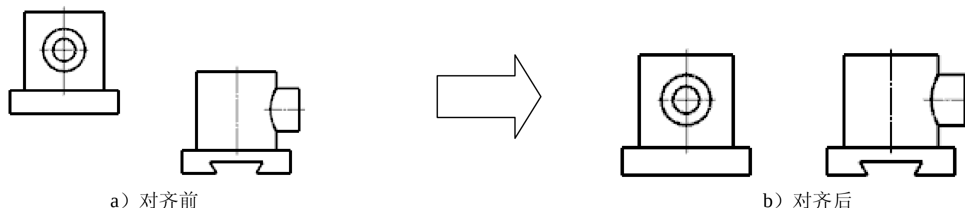


图 11.4.33 对齐视图

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.12\ALIGN_VIEW.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 编辑(E) ➡ 视图(W) ➡ 对齐(I)... 命令，系统弹出图 11.4.34 所示的“视图对齐”对话框。

Step3. 选择要对齐的视图。这里选择图 11.4.35 所示的视图为要对齐的视图。

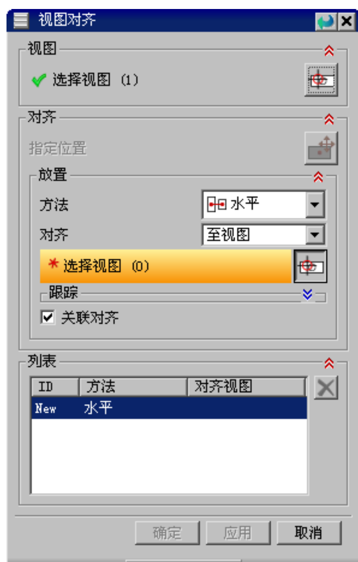


图 11.4.34 “视图对齐”对话框

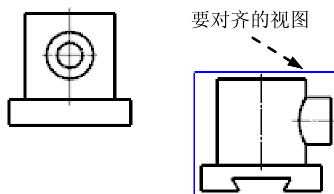


图 11.4.35 选择对齐要素

图 11.4.34 所示“视图对齐”对话框中的选项及按钮说明如下。

- 自动判断：自动判断两个视图可能的对齐方式。
- 水平：将选定的视图水平对齐。
- 竖直：将选定的视图垂直对齐。
- 垂直于直线：将选定视图与指定的参考线垂直对齐。
- 叠加：同时水平和垂直对齐视图，以便使它们重叠在一起。
- 铰链：将选定的视图对齐到任意选定的位置。

Step4. 定义对齐方式。在“视图对齐”对话框的方法下拉列表中选择水平选项。

Step5. 选择对齐视图。这里选择主视图为对齐视图。

Step6. 单击对话框中的确定按钮，完成视图的对齐。

11.4.13 编辑视图

1. 编辑整个视图

在视图的边框上右击，从弹出的快捷菜单中选择设置(S)...命令，系统弹出图 11.4.36 所示的“设置”对话框，使用该对话框可以改变视图的显示。“设置”对话框和“制图首选项”对话框基本一致，在此不作具体介绍。

2. 视图细节的编辑

（1）编辑剖切线

下面以图 11.4.37 为例，来说明编辑剖切线的一般过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.13\EDIT_SECTION_01.prt。

Step2. 选择命令。右击图 11.4.37a 所示的箭头段，在弹出的快捷菜单中选择 编辑... 命令，系统弹出“剖视图”对话框。

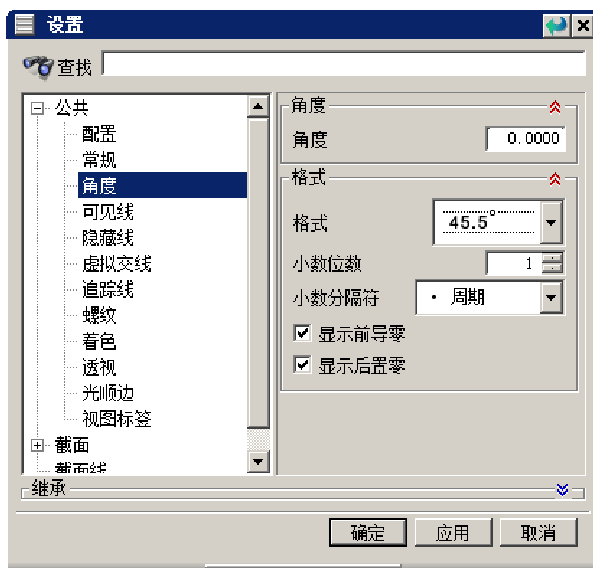


图 11.4.36 “设置”对话框

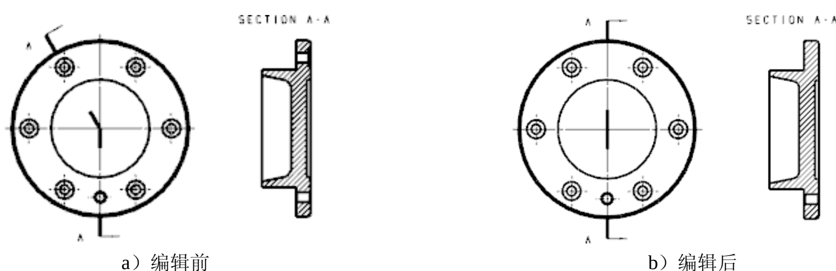


图 11.4.37 编辑剖切线

Step3. 选择操作。选择图 11.4.38 所示的折弯段（折弯段上的点）移至图 11.4.38 所示的位置。

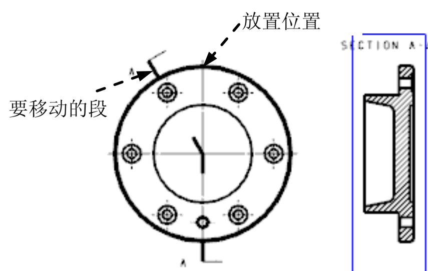


图 11.4.38 选择段

Step4. 在“剖视图”对话框中单击 关闭 按钮，结果如图 11.4.37b 所示。

说明：

- 本例是移动截面线中的折弯段，用户也可以选择截面段或箭头段进行移动。
- 如果视图没有自动更新，可以选择 编辑(E) → 视图(W) → 更新(U)... 命令进行更新，具体操作可参考前面章节中的介绍，后面不再赘述。

（2）定义剖切阴影线。

在工程图环境中，用户可以选择现有剖切线或自定义的剖切线为剖切阴影线来填充剖面。与产生剖视图的结果不同，填充剖面不会产生新的视图。下面以图 11.4.39 为例，来说明定义剖切阴影线的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.04.13\EDIT_SECTION_02.prt。

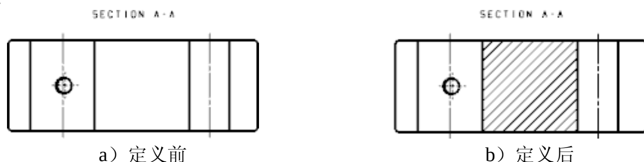
Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 剖面线(O)... 命令，弹出图 11.4.40 所示的“剖面线”对话框，在该对话框 边界 区域的 选择模式 下拉列表中选择 边界曲线 选项。

Step3. 定义剖面线边界。依次选取图 11.4.41 所示的曲线为剖面线边界。

Step4. 定义剖面线样式。剖面线样式设置如图 11.4.40 所示。



图 11.4.40　“剖面线”对话框



a）定义前　　b）定义后

图 11.4.39　定义剖切阴影线

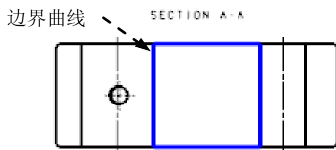


图 11.4.41　选择边线要素

Step5. 单击 确定 按钮，完成剖面线的定义。

图 11.4.40 所示“剖面线”对话框中的选项说明如下。

- 边界曲线 选项：若选择该选项，则在创建剖面线时是通过在图形上选取一个封闭的边界曲线来得到。
- 区域中的点 选项：若选择该选项，则在创建剖面线时，只需要在一个封闭的边界曲线内部单击，系统自动选取此封闭边界作为创建剖面线边界。

11.5 标注与符号

11.5.1 尺寸标注

尺寸标注是工程图中的一个重要环节，本节将介绍尺寸标注的方法以及注意事项。主要通过图 11.5.1 所示的“尺寸”工具条进行尺寸标注（工具条中没有的按钮可以定制）。在标注的任一尺寸上右击，在弹出的快捷菜单中选择 编辑... 命令，系统会弹出图 11.5.2 所示的“尺寸编辑”界面。

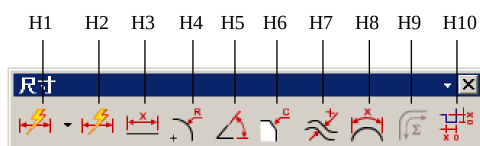


图 11.5.1 “尺寸”工具条

图 11.5.1 所示的“尺寸”工具条的说明如下。

H1：允许用户使用系统功能创建尺寸，以便根据用户选取的对象以及光标位置智能地判断尺寸类型，其下拉列表中包括下面的所有标注方式。

H2：允许用户使用系统功能创建尺寸，以便根据用户选取的对象以及光标位置自动判断尺寸类型创建一个尺寸。

H3：在两个对象或点位置之间创建线性尺寸。

H4：创建圆形对象的半径或直径尺寸。

H5：在两条不平行的直线之间创建一个角度尺寸。

H6：在倒斜角曲线上创建倒斜角尺寸。

H7：创建一个厚度尺寸，测量两条曲线之间的距离。

H8：创建一个弧长尺寸来测量圆弧周长。

H9：创建周长约束以控制选定直线和圆弧的集体长度。

H10：创建一个坐标尺寸，测量从公共点沿一条坐标基线到某一位置的距离。

图 11.5.2 所示的“尺寸编辑”界面的按钮及选项说明如下。

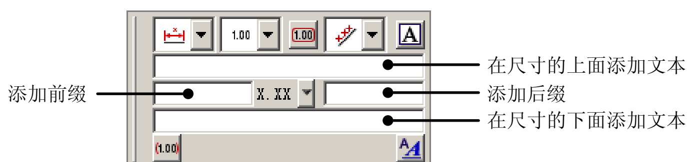


图 11.5.2 “尺寸编辑”界面

- ：用于设置尺寸类型。

- ：用于设置尺寸精度。
- ：检测尺寸。
- ：用于设置尺寸文本位置。
- ：单击该按钮，系统弹出“附加文本”对话框，用于添加注释文本。
- ：用于设置尺寸精度。
- ：用于设置参考尺寸。
- ：单击该按钮，系统弹出“设置”对话框，用于设置尺寸显示和放置等参数。

下面以图 11.5.3 为例，来介绍创建尺寸标注的一般操作过程。

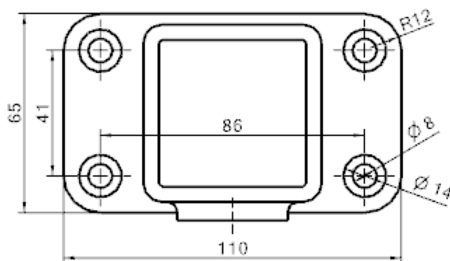


图 11.5.3　尺寸标注的创建

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.05.01\DIMENSION.prt。

Step2. 标注竖直尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 快速(P)... 命令，系统弹出“快速尺寸”对话框，在对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 竖直 选项。

Step3. 单击“捕捉方式”工具条中的 按钮，选取图 11.5.4 所示的边线 1 和边线 2，系统自动显示活动尺寸，单击合适的位置放置尺寸；确认“捕捉方式”工具条中的 按钮被按下，然后选取图 11.5.4 所示的圆 1 和圆 2，系统自动显示活动尺寸，单击合适的位置放置尺寸，结果如图 11.5.5 所示。

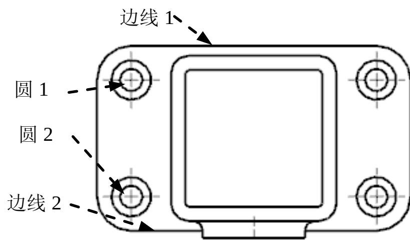


图 11.5.4　选取尺寸线参照

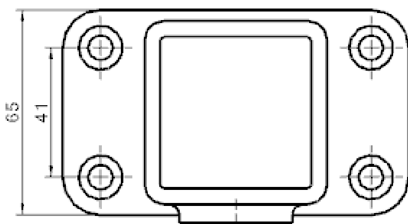


图 11.5.5　创建竖直尺寸

Step4. 标注水平尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 快速(P)... 命令，系统弹出“快速尺寸”对话框，在对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 水平 选项。

Step5. 单击“捕捉方式”工具条中的 按钮，选取图 11.5.6 所示的边线 1 和边线 2，系统自动显示活动尺寸，单击合适的位置放置尺寸；确认“捕捉方式”工具条中的 按

钮被按下，然后选取图 11.5.6 所示的圆 1 和圆 2，系统自动显示活动尺寸，单击合适的位置放置尺寸，结果如图 11.5.7 所示。

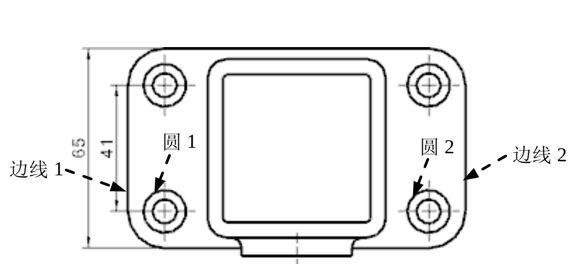


图 11.5.6　选取尺寸线参照

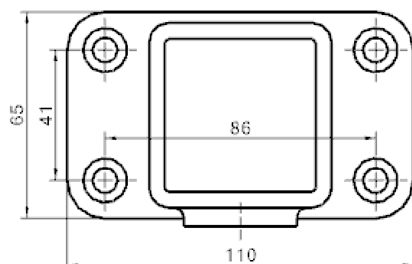


图 11.5.7　创建水平尺寸标注

Step6. 标注半径尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 径向(R)... 命令，在 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 径向 选项。

Step7. 选取图 11.5.8 所示的圆弧，单击合适的位置放置半径尺寸，结果如图 11.5.9 所示。

Step8. 标注直径尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 快速(P)... 命令。在 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 直径 选项。

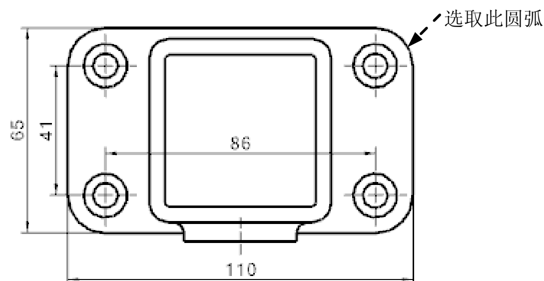


图 11.5.8　选取尺寸线参照

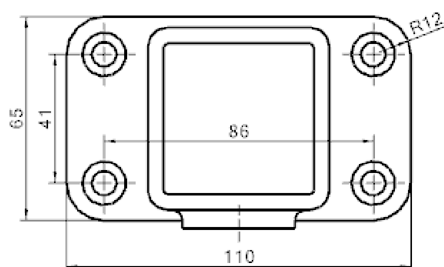


图 11.5.9　创建半径尺寸标注

Step9. 选取图 11.5.10 所示的圆，单击合适的位置放置直径尺寸，结果如图 11.5.11 所示。

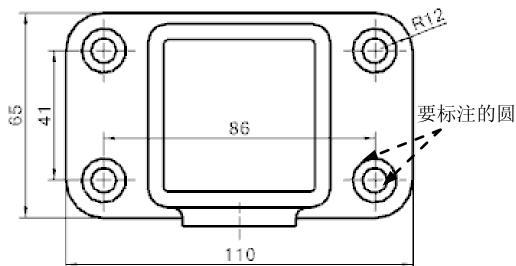


图 11.5.10　选取尺寸线参照

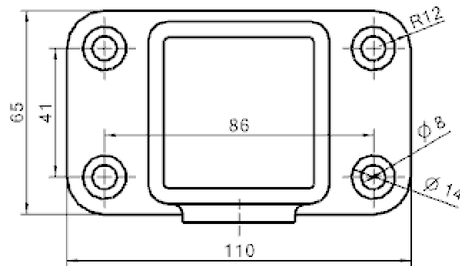


图 11.5.11　创建直径尺寸标注

11.5.2　注释编辑器

制图环境中的形位公差和文本注释都是通过注释编辑器来标注的，因此，在这里先介

绍一下注释编辑器的用法。

选择下拉菜单 插入(S) ➡ 注释(A) ➡ A 注释(N)... 命令（或单击“注释”工具条中的A按钮），系统弹出图 11.5.12 所示的“注释”对话框（一）。



图 11.5.12　“注释”对话框（一）

图 11.5.12 所示“注释”对话框（一）中各按钮的说明如下。

- 编辑文本 区域：该区域（“编辑文本”工具条）用于编辑注释，其主要功能和 Word 等软件的功能相似。
- 格式化 区域：该区域包括“文本字体设置”下拉列表 alien、“文本大小设置”下拉列表 0.25、“编辑文本按钮”和“多行文本输入区”。
- 符号 区域：该区域的 类别 下拉列表中主要包括“制图”“形位公差”“分数”“定制符号”“用户定义”“关系”几个选项。

  ☑ 制图 选项：使用图 11.5.12 所示的 制图 选项可以将制图符号的控制字符输入到编辑窗口。

  ☑ 形位公差 选项：图 11.5.13 所示的 形位公差 选项可以将形位公差符号的控制字符输入到编辑窗口和检查形位公差符号的语法。形位公差窗格的上面有四个按钮，它们位于一排。这些按钮用于输入下列形位公差符号的控制字符：“插入单特征控制框”“插入复合特征控制框”“开始下一个框”“插入框

分隔线”。这些按钮的下面是各种公差特征符号按钮、材料条件按钮和其他形位公差符号按钮。

☑ 1/2 分数选项：图 11.5.14 所示的 1/2 分数选项分为上部文本和下部文本，通过更改分数类型，可以分别在上部文本和下部文本中插入不同的分数类型。

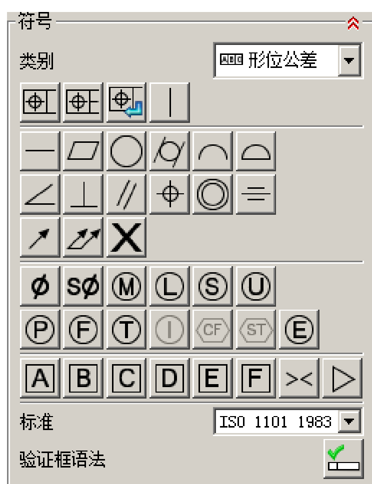


图 11.5.13 “注释”对话框（二）

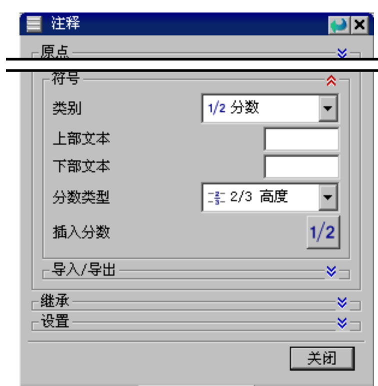


图 11.5.14 “注释”对话框（三）

☑ 定制符号选项：选择此选项后，可以在符号库中选取用户自定义的符号。

☑ 用户定义选项：图 11.5.15 所示为用户定义选项。该选项的符号库下拉列表中提供了“显示部件”“当前目录”“实用工具目录”选项。单击“插入符号”按钮后，在文本窗口中显示相应的符号代码，符号文本将显示在预览区域中。

☑ 关系选项：图 11.5.16 所示的关系选项包括四种，用于插入控制字符，以在文本中显示表达式的值；用于插入控制字符，以显示对象的字符串属性值；用于插入控制字符，以在文本中显示部件属性值；用于插入控制字符，以显示图纸页的属性值。

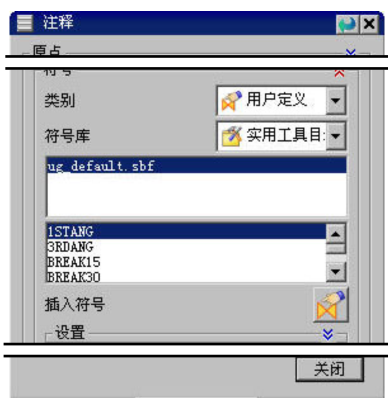


图 11.5.15 “注释”对话框（四）



图 11.5.16 “注释”对话框（五）

11.5.3　基准符号标注

利用基准符号命令可以创建用户所需的各种基准符号。下面将介绍创建基准符号的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.05.03\BENCHMARK.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 基准特征符号(B) 命令，系统弹出“基准特征符号”对话框，如图 11.5.17 所示。

Step3. 在“基准特征符号”对话框 基准标识符 下的 字母 文本框中输入字母 A。

Step4. 放置基准特征符号。捕捉图 11.5.18 所示的边线，然后按下鼠标左键并拖动，将基准特征符号放在如图 11.5.18 所示的位置。

Step5. 单击 关闭 按钮，完成基准特征符号的创建。

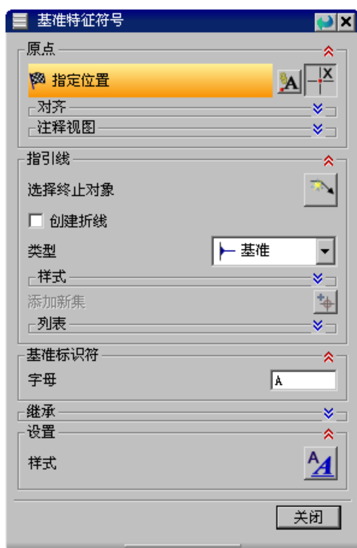


图 11.5.17　“基准特征符号”对话框

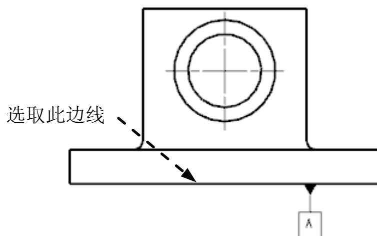


图 11.5.18　创建基准特征符号

11.5.4　形位公差标注

利用特征控制框命令可以创建用户所需的各种形位公差符号。下面介绍创建公差符号的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.05.04\GEOM_TOLERANCE.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 特征控制框(E) 命令，系统弹出“特征控制框”对话框，如图 11.5.19 所示。

Step3. 设置公差符号的参数。在 特征 区域的下拉列表中选择 平行度，在 公差 区域的文本框中输入数值 0.002，在 第一基准参考 区域的第一个下拉列表中选择第一基准参考字母为 A。

Step4. 指定指引线。在指引线中单击按钮，选取图 11.5.20 所示的边线为引线的放置点，在图纸中选择适当的位置单击，单击关闭按钮，完成公差符号的创建。

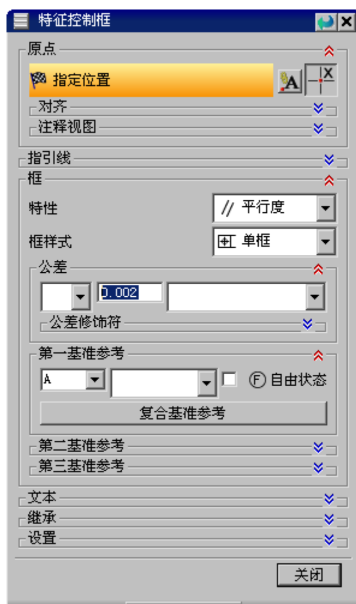


图 11.5.19 “特征控制框”对话框

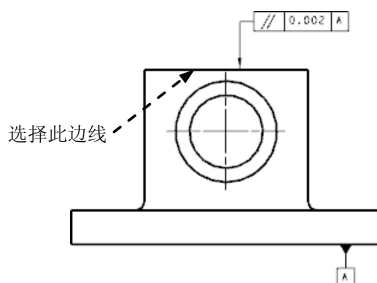


图 11.5.20 创建公差符号

11.5.5 中心线

1. 2D 中心线

2D 中心线通过选择两条边、两条曲线或者两个点来创建。下面介绍创建 2D 中心线的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.05.05\2D_CENTERLINE.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 中心线(E) → 2D 中心线... 命令，系统弹出图 11.5.21 所示的“2D 中心线”对话框。

Step3. 定义中心线。在类型下拉列表中选择从曲线选项，依次选择图 11.5.22 所示的两条边线，在尺寸区域选中☑ 单独设置延伸复选框，此时中心线的两个端点上显示出两个箭头，分别拖动两个箭头调整中心线长度，结果如图 11.5.23 所示。

Step4. 单击“2D 中心线”对话框中的< 确定 >按钮，完成中心线的创建。

图 11.5.21 所示的“2D 中心线”对话框中的按钮及选项说明如下。

- 类型下拉列表：用于设置创建 2D 中心线的方式。
  - ☑ 从曲线选项：选择此选项，用户通过选择两条边线来创建中心线。
  - ☑ 根据点选项：选择此选项，用户通过选择两个点线来创建中心线。
- 继承区域：用于设置中心线参数的继承。

- 设置区域：用于设置中心线的尺寸、颜色和线宽度，一般应参照制图标准的规定来设置。

☑ ☑ 单独设置延伸复选框：用于设置中心线两个末端的延伸方式，选中此复选框后，中心线两端会出现控制箭头，此时用户可拖动箭头改变中心线的长度。



图 11.5.21　“2D 中心线”对话框

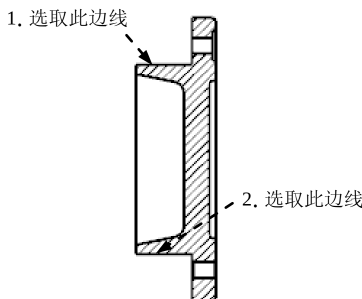


图 11.5.22　选取边线

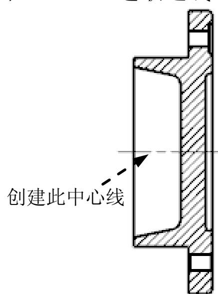


图 11.5.23　创建中心线

2．中心标记

使用中心标记命令可以创建通过点或圆弧的中心标记符号。下面介绍创建中心标记符号的一般操作过程。

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.05.05\CENTER_MARK.prt。

Step2．选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 中心线(E) → 中心标记(M)... 命令，系统弹出图 11.5.24 所示的“中心标记”对话框。

Step3．选择圆弧。在图样上选择图 11.5.25 所示的圆弧 1，此时中心标记如图 11.5.25 所示。

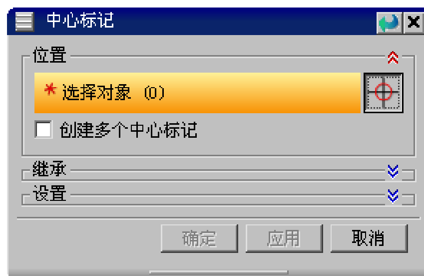


图 11.5.24　“中心标记”对话框

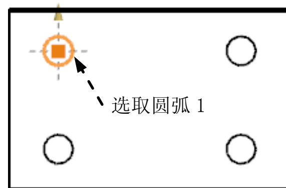


图 11.5.25　选取圆弧

Step4. 单击“中心标记”对话框中的< 确定 >按钮，结果如图 11.5.26 所示。

说明：

- 如果在取消选中 ☐ 创建多个中心标记 复选框后，选择的中心点不在同一条线上，系统将无法创建中心线。

11.5.6 表面粗糙度符号

下面将介绍标注表面粗糙度的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.05.06\SURF_FINISH_SYMBOL.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 表面粗糙度符号(S)... 命令，系统弹出“表面粗糙度”对话框。

Step3. 在“表面粗糙度”对话框中，设置图 11.5.27 所示的表面粗糙度参数。

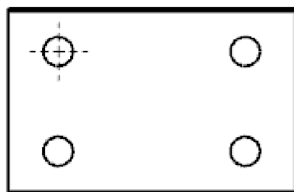


图 11.5.26 中心标记

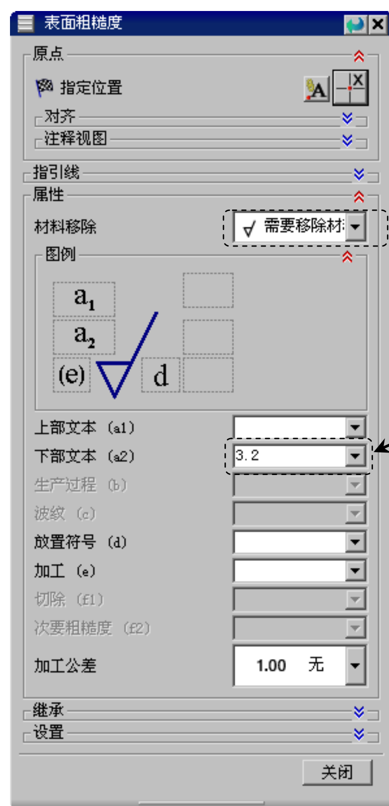


图 11.5.27 “表面粗糙度”对话框

图 11.5.27 所示“表面粗糙度”对话框中的部分按钮及选项说明如下。

- 原点 区域：用于设置原点位置和表面粗糙度符号的对齐方式。
- 指引线 区域：用于创建带指引线的表面粗糙度符号，单击该区域中的 选择终止对象

按钮，可以选择指示位置。

- 属性区域：用于设置表面粗糙度符号的类型和值属性。UG NX 10.0 提供了九种类型的表面粗糙度符号。要创建表面粗糙度，首先要选择相应的类型，选择的符号类型将显示在“图例”区域中。
- 设置区域：用于设置表面粗糙度符号的文本样式、旋转角度、圆括号及文本反转。

Step4. 标注表面粗糙度符号。然后选取图 11.5.28 所示的边线放置符号。

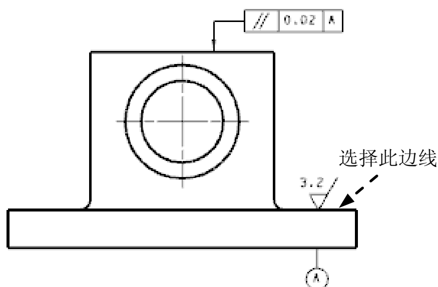


图 11.5.28　表面粗糙度的创建步骤

11.5.7　标识符号

标识符号是一种由规则图形和文本组成的符号，在创建工程图中也是必要的。下面介绍创建标识符号的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.05.07\ID_SYMBOL.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 符号标注(B)... 命令，系统弹出“符号标准”对话框，如图 11.5.29 所示。

Step3. 设置标识符号的参数（图 11.5.30）。

Step4. 指定指引线。单击按钮，选取图 11.5.30 所示的边线为引线的放置点。

Step5. 放置标识符号。选取图 11.5.30 所示的位置为标识符号的放置位置，单击 关闭 按钮。

11.5.8　自定义符号

利用自定义符号命令可以插入用户所需的各种符号，且可将其加入到自定义符号库中。下面将介绍插入自定义符号的一般操作过程。

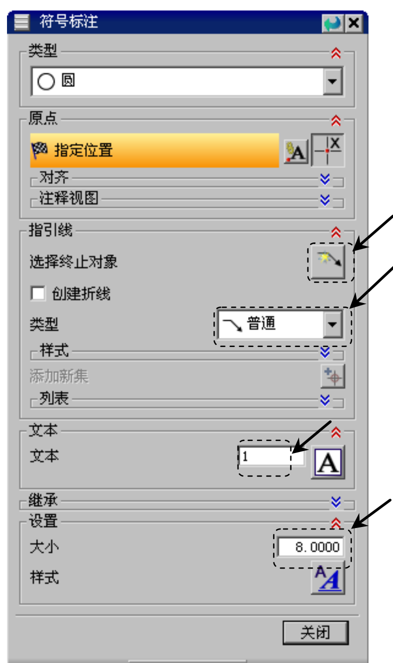


图 11.5.29 “符号标注”对话框

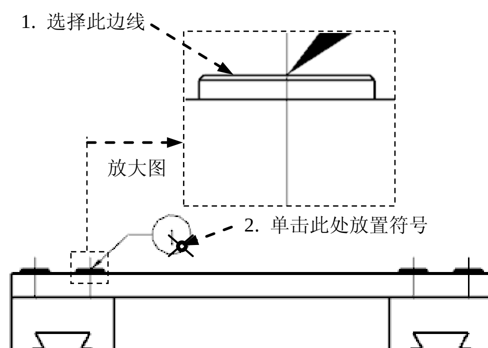


图 11.5.30 标识符号的创建

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.05.08\USER_DEF_SYMBOL.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 符号(Y) → 用户定义(U)... 命令，系统弹出“用户定义符号”对话框。

Step3. 在“用户定义符号”对话框中，设置图 11.5.31 所示的参数。

Step4. 放置符号。单击“用户定义符号”对话框中的按钮，选取图 11.5.32 所示的尺寸和放置位置。

Step5. 单击 取消 按钮，结果如图 11.5.33 所示。

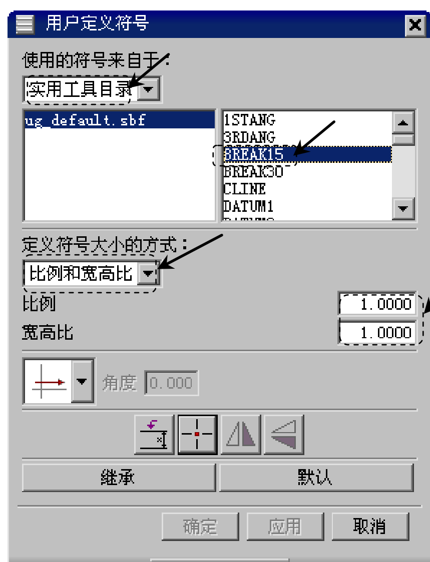


图 11.5.31 “用户定义符号”对话框

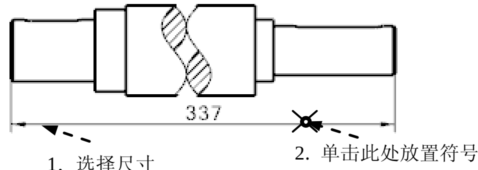


图 11.5.32 用户定义符号的创建

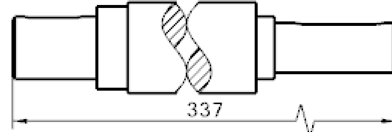


图 11.5.33 创建完的用户定义符号

图 11.5.31 所示“用户定义符号”对话框常用的按钮及选项说明如下。

- 使用的符号来自于：：该下拉列表用于从当前部件或指定目录中调用“用户定义符号”。
  - ☑ 部件：使用该项将显示当前部件文件中所使用的符号列表。
  - ☑ 当前目录：使用该项将显示当前目录的件。
  - ☑ 实用工具目录：使用该项可以从“实用工具目录”的文件中选择符号。
- 定义符号大小的方式：：在该项中可以使用长度、高度或比例和宽高比来定义符号的大小。符号方向：使用该项可以对图样上的独立符号进行定位。
  - ☑ ：用来定义与 XC 轴方向平行的矢量方向的角度。
  - ☑ ：用来定义与 YC 轴方向平行的矢量方向的角度。
  - ☑ ：用来定义与所选直线平行的矢量方向。
  - ☑ ：用从一点到另外一点所形成的直线来定义矢量方向。
  - ☑ ；用来在显示符号的位置输入一个角度。
- ：用来将符号添加到制图对象中去。
- ：用来指明符号在图样中的位置。

11.6 钣金工程图

11.6.1 钣金工程图概述

在钣金件工程图中创建的展开视图是钣金工程图非常重要的部分，它能把钣金特征完全呈现在工程图中。钣金的三视图同样重要，它把钣金件的其他具体的数据反映出来。UG NX 10.0 的工程图模块为设计者提供了比较方便的创建展开视图的方法，而且可以直接在展开视图中自动添加折弯注释，省去了在展开视图中逐个添加折弯注释的麻烦。

由于钣金工程图的标注方法和其他零件工程图的标注是相同的，这里我们就不再详细讲解钣金工程图的标注。

11.6.2 钣金工程图设置

创建前钣金工程图需要对展开的折弯注释进行必要的设置，这样能使得自动产生的折弯注释符合制图的需要。

Step1. 启动 UG NX 10.0 软件。

Step2. 选择下拉菜单 文件(F) → 实用工具(U) ▸ → 用户默认设置(D)... 命令，系统弹出“用户默认设置”对话框。

Step3. 在“用户默认设置”对话框中左侧节点列表中选择“制图”下的视图节点，在右侧单击展平图样注释选项卡，此时对话框如图 11.6.1 所示。

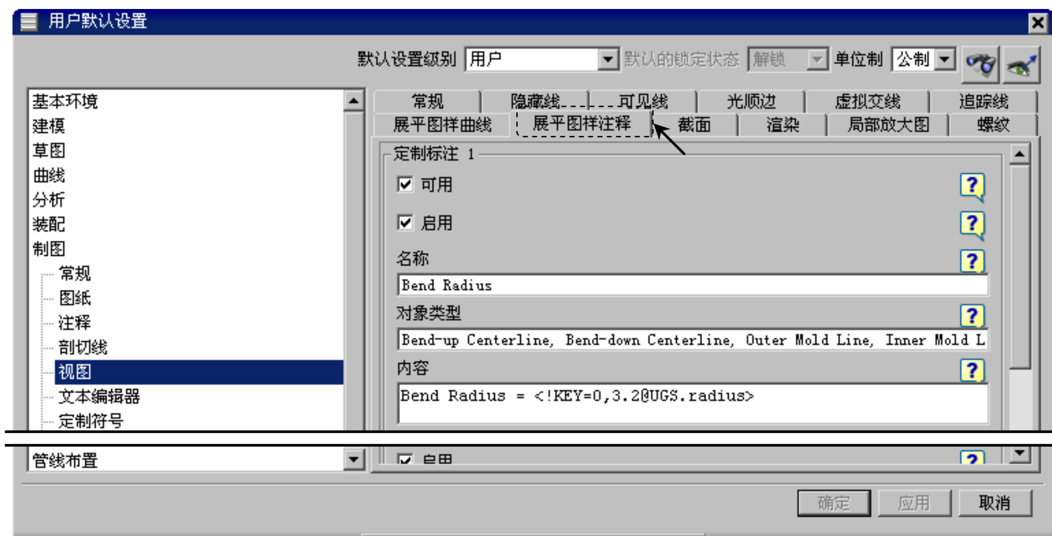


图 11.6.1 “用户默认设置”对话框（一）

图 11.6.1 所示的“展平图样注释”选项卡中部分选项说明如下。

- 可用复选框：选中该复选框，表示在展平图样中该定制标注可以使用。
- 启用复选框：选中该复选框，表示在展平图样中启用该定制标注。
- 名称文本框：用于设置该标注的名称，一般建议采用英文字符。
- 对象类型文本框：用于设置该标注所对应的钣金标注元素的类型。
- 内容文本框：用于设置该标注的具体文本格式及内容。

Step4. 在“用户默认设置”对话框中右侧定制标注 1区域的内容文本框中修改文本为“折弯半径 =<!KEY=0,3.2@UGS.radius>”（这里只是将 Bend Radius 替换为中文“折弯半径”，注意引号不要输入），其余参数保持不变。

说明：这里定制标注内容的格式是固定的，一般在“=”前面输入标注名称，后面输入“ <!KEY=0, ”固定的开头，后面的 3.2 表示数值的格式，这里 3.2 表示形如 xxx.xx 的 3 位整数加 2 位小数的形式，@后面的变量是 UG 的内部规定名称，分别对应钣金中的不同参数，每段标注内容均以“>”结束。

Step5. 在“用户默认设置”对话框中右侧定制标注 2区域的内容文本框中修改文本为“折弯角度 =<!KEY=0,3.2@UGS.angle>”（这里只是将 Bend Angle 替换为中文“折弯角度”，注意引号不要输入），其余参数保持不变。

Step6. 在“用户默认设置”对话框中右侧定制标注 3区域的内容文本框中修改文本为“折弯方向 =<!KEY=0,3.2@UGS.direction "上" "下">”（这里只是将 Bend Direction、up 和 down 分别替换为中文“折弯方向”“上”“下”，注意引号不要输入），其余参数保持不变。

Step7. 在“用户默认设置”对话框中右侧定制标注 4区域的内容文本框中修改文本为“孔直径 = <!KEY=0,3.2@UGS.diameter>”（这里只是将 Hole Diameter 替换为中文“孔直径”，注意引号不要输入），其余参数保持不变。

Step8. 在“用户默认设置”对话框中右侧定制标注 5区域的内容文本框中修改文本为“榫接过渡距离 = <!KEY=0,3.2@UGS.joggleRunout>”（这里只是将 Joggle Runout 替换为中文“榫接过渡距离”，注意引号不要输入），其余参数保持不变。

Step9. 在“用户默认设置”对话框中右侧定制标注 6区域的内容文本框中修改文本为“榫深度 = <!KEY=0,3.2@UGS.joggleDepth>”（这里只是将 Joggle Depth 替换为中文“榫接深度”，注意引号不要输入），其余参数保持不变。

Step10. 在“用户默认设置”对话框中右侧定制标注 7区域的内容文本框中修改文本为“刀具 ID = <!KEY=0,3.2@UGS.joggleDepth>”（这里只是将 Tool Id 替换为“刀具 ID”，注意引号不要输入），其余参数保持不变。

Step11. 在“用户默认设置”对话框中单击展平图样曲线选项卡，此时对话框如图 11.6.2 所示。

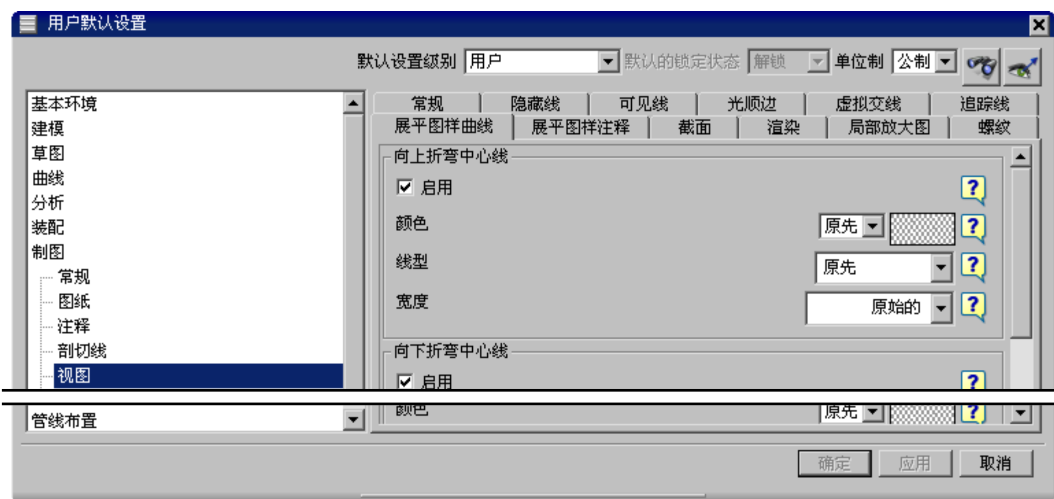


图 11.6.2 “用户默认设置”对话框（二）

说明：此选项卡中主要设置钣金展平图样中各种类型曲线的颜色、线型、线宽等，用户可根据制图需要自行修改。

Step12. 在“用户默认设置”对话框中单击确定按钮。

Step13. 关闭 UG NX 10.0 软件并重新启动，即可使新设置生效。

11.6.3 创建钣金展开视图

要创建钣金件的展开视图，首先需要在 NX 钣金环境中创建钣金件的展平图样，然后

在制图环境中直接引用这个展平图样，即可完成钣金展开视图的创建。下面介绍创建钣金展开视图的一般操作过程。

Task1．创建展平图样

Step1．打开模型文件 D:\ug10pd\work\ch11.06.03\SHEET_FLAT.prt，进入 NX 钣金环境。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 展平图样(L)... ▸ → 展平图样(P)... 命令，系统弹出“展平图样”对话框如图 11.6.3 所示。

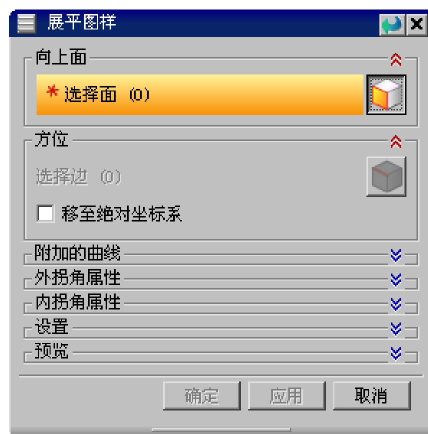


图 11.6.3 “展平图样”对话框

Step3．选取图 11.6.4 所示的模型平面，单击 确定 按钮，完成展平图样的创建。

Step4．选择下拉菜单 视图(V) → 布局(L) ▸ → 替换视图(V)... 命令，系统弹出图 11.6.5 所示的“视图替换为...”对话框。

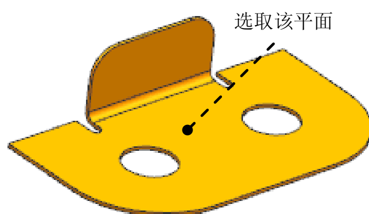


图 11.6.4 选择向上面

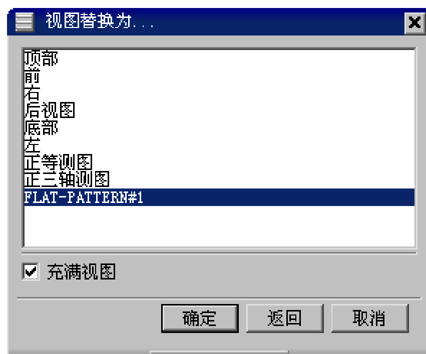


图 11.6.5 “视图替换为...”对话框

Step5．在“视图替换为...”对话框中选择 FLAT-PATTERN#1 选项，单击 确定 按钮，结果如图 11.6.6 所示。

Step6．再次选择下拉菜单 视图(V) → 布局(L) ▸ → 替换视图(V)... 命令，系统弹出“视图替换为...”对话框，选择 正三轴测图 选项，单击 确定 按钮，完成视图的恢复。

Task2．创建展平视图

Step1．选择下拉菜单 启动 → 制图(D)... 命令，进入制图环境。

Step2．加载制图标准。

（1）选择下拉菜单 工具(T) → 制图标准(D)... 命令，系统弹出“加载制图标准”对话框。

（2）在图 11.6.7 所示的“加载制图标准”对话框的 Standard 下拉列表中选择 GB2013 选项，单击 确定 按钮，完成新制图标准的加载。

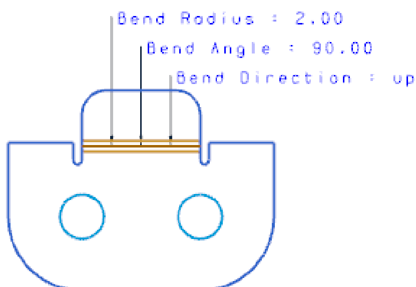


图 11.6.6　显示“FLAT-PATTERN#1”视图



图 11.6.7　“加载制图标准”对话框

Step3．新建图纸页。

（1）选择下拉菜单 插入(S) → 图纸页(H)... 命令（或单击“图纸”工具条中的按钮），系统弹出“图纸页”对话框。

（2）“图纸页”对话框采用图 11.6.8 所示的参数设置，单击 确定 按钮，单击“视图创建向导”对话框中的 取消 按钮，完成图纸页的创建。

Step4．创建视图。

（1）选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 基本(B)... 命令（或单击“图纸”工具条中的按钮），系统弹出“基本视图”对话框。

（2）在“基本视图”对话框 模型视图 区域的 要使用的模型视图 下拉列表中选择 FLAT-PATTERN#1 选项，在 比例 下拉列表中选择 1:1 选项，单击图纸上的合适位置以放置视图，结果如图 11.6.9 所示。

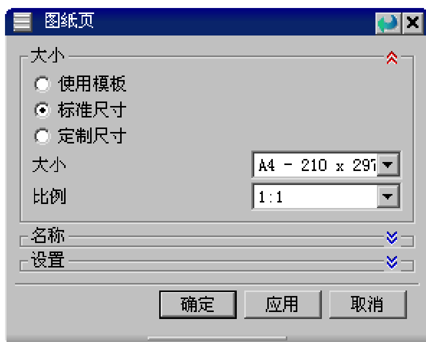


图 11.6.8　“图纸页”对话框

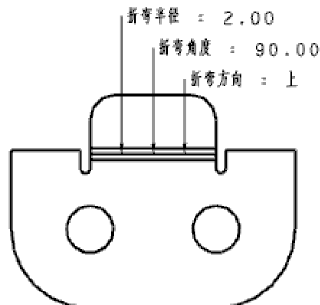


图 11.6.9　创建展平视图

Step5. 如有必要可适当调整各个折弯注释位置。

11.6.4 钣金工程图范例

范例概述：

本范例为对卡件进行标注的综合范例，综合了钣金展开视图、尺寸、注释、基准和几何公差的标注及其编辑、修改等内容，在学习本范例的过程中读者应该注意对卡件的展开视图进行标注的要求及其特点。范例完成的效果图如图 11.6.10 所示。

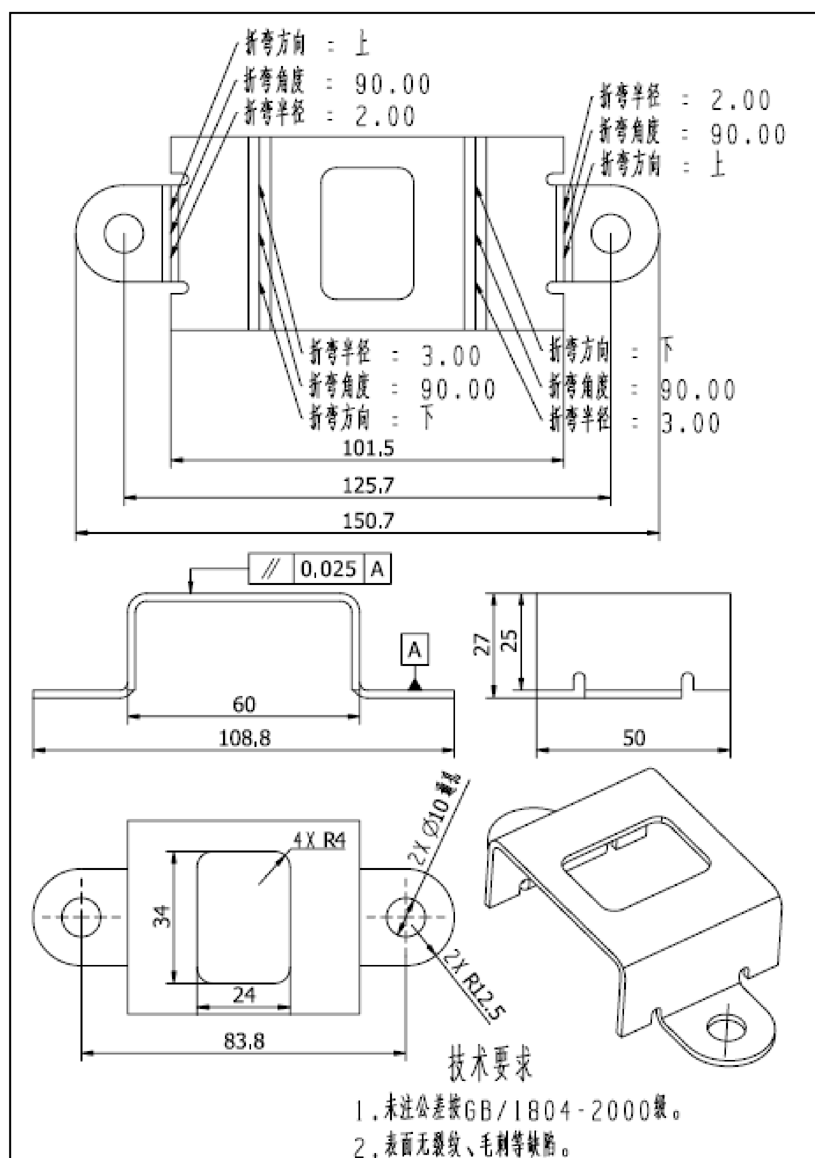


图 11.6.10 范例完成效果图

Task1．创建展平图样

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.06.04\SHEET_DRAWING.prt，选择下拉菜单 启动 → NX 钣金(H)... 命令，进入 NX 钣金环境。

说明：如果已经在 NX 钣金环境，就不需要选择该命令了。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 展平图样(L)... → 展平图样(P)... 命令，系统弹出“展平图样”对话框（图 11.6.11）。

Step3．选取图 11.6.12 所示的模型平面，单击 确定 按钮，完成展平图样的创建。

说明：此时系统可能会弹出“NX 钣金”的消息框，可单击 确定(O) 按钮继续。

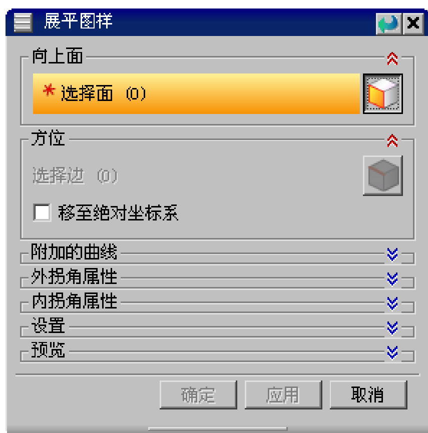


图 11.6.11　“展平图样”对话框

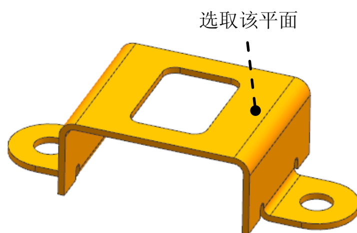


图 11.6.12　选择向上面

Task2．创建图纸并预设置

Step1．选择下拉菜单 启动 → 制图(D)... 命令，进入制图环境。

Step2．加载制图标准。选择下拉菜单 工具(T) → 制图标准(D)... 命令，在 Standard 下拉列表中选择 GB2013 选项，单击 确定 按钮，完成新制图标准的加载。

说明：此处选择的标准是由用户自行定义的，读者也可选择自己定义的标准，创建标准的操作可参看本书第 2 章的内容。

Step3．新建图纸页。选择下拉菜单 插入(S) → 图纸页(H)... 命令；采用图 11.6.13 所示的参数设置，单击 确定 按钮，完成图纸页的创建。

Task3．创建展平视图

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 基本(B)... 命令，系统弹出“基本视图”对话框。

Step2．在“基本视图”对话框 模型视图 区域的 要使用的模型视图 下拉列表中选择 FLAT-PATTERN#1 选项，在 比例 下拉列表中选择 1:1 选项，单击合适位置以放置视图，结果如图

11.6.14 所示。

Step3. 参照本书第 6 章的注释文本的调整方法，适当调整各个折弯注释位置，结果如图 11.6.15 所示。



图 11.6.13 “图纸页”对话框

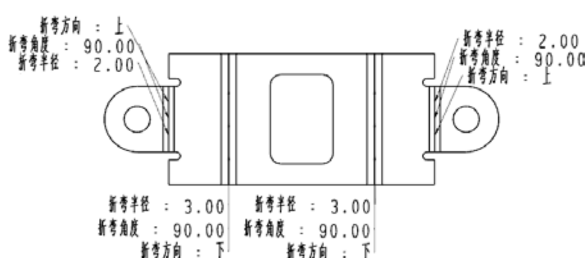


图 11.6.14 创建展开视图

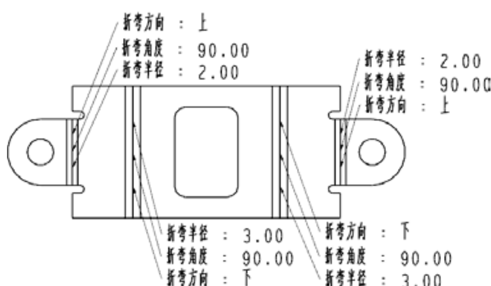


图 11.6.15 整理注释文本

Task4．创建其他视图

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 基本(B)... 命令（或单击“图纸”工具条中的按钮），系统弹出“基本视图”对话框。

Step2. 在“基本视图”对话框 模型视图 区域的 要使用的模型视图 下拉列表中选择 前视图 选项，在 比例 下拉列表中选择 1:1 选项，单击图纸上的合适位置以放置视图，结果如图 11.6.16 所示。

Step3. 此时系统自动弹出“投影视图”对话框，参照图 11.6.17 所示的方位，放置其余两个视图，按 Esc 键结束命令。



图 11.6.16 创建主视图

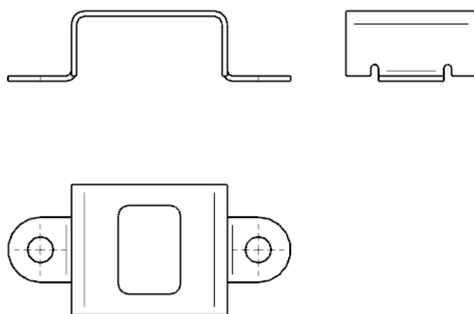


图 11.6.17 创建左视图和俯视图

Step4. 创建轴测视图。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 基本(B)... 命令。单击按钮，在“定向视图”预览窗口中旋转模型至图 11.6.18 所示位置，单击 确定 按钮；参照图 11.6.19 所示的位置放置轴测视图，按 Esc 键结束操作。

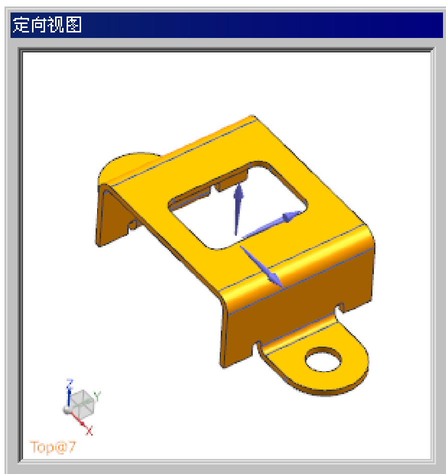


图 11.6.18　定义视图方位

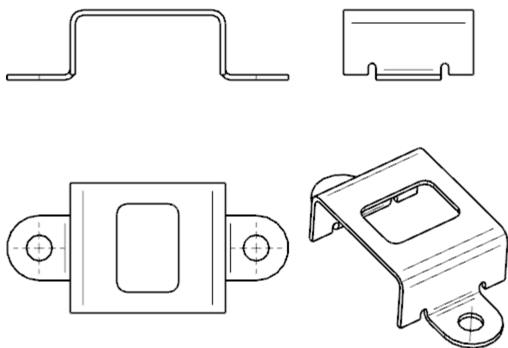


图 11.6.19　放置视图

Step5. 隐藏视图光顺边。在部件导航器中选取图 11.6.20 所示的四个视图节点，右击，选择 设置(S)... 命令；在该对话框 视图 节点下展开 公共 选项，在 隐藏线 选项卡中设置隐藏线为不可见；在 光顺边 选项卡中取消选中 □ 显示光顺边 复选框；在 虚拟交线 选项卡中取消选中 □ 显示虚拟交线 复选框；在该对话框 视图 节点下展开 展平图样 选项，在 标注 选项卡中取消选中 标注 区域的全部复选框，单击 确定 按钮，结果如图 11.6.21 所示。

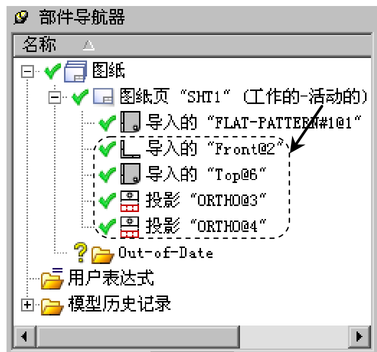


图 11.6.20　创建轴侧视图

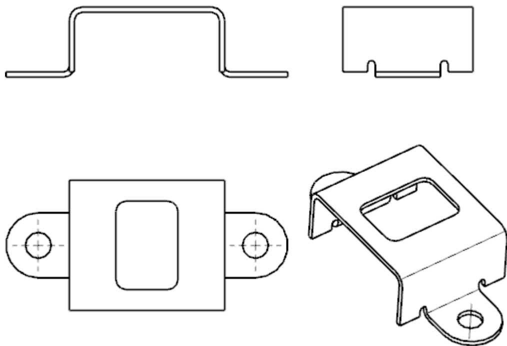


图 11.6.21　隐藏光顺边

Task5. 标注视图

Step1. 标注展开视图。

（1）选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 快速(P)... 命令，依次选取图 11.6.22

所示的 2 个端点，在图样中添加图 11.6.22 所示的尺寸 101.5。

（2）参照此方法，标注图 11.6.22 所示的其余两个尺寸。

Step2. 标注半径尺寸。

（1）标注尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 快速(P)... 命令；选择图 11.6.23 所示的圆弧边线，右击，选择 文本方位 → 选项，使得尺寸文本为水平方位；选择合适位置放置该尺寸，结果如图 11.6.23 所示。

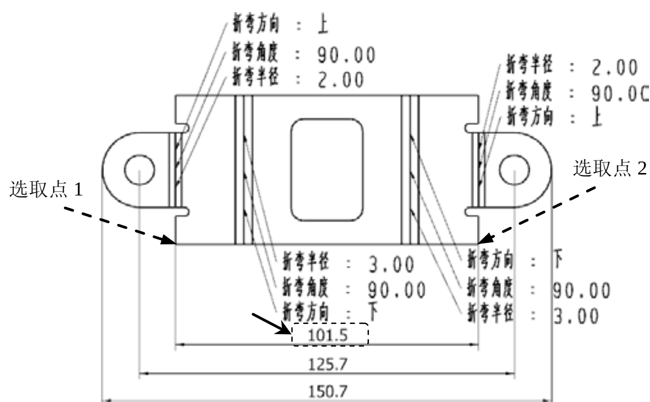


图 11.6.22 标注尺寸

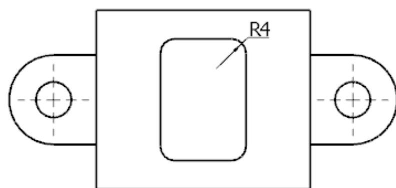


图 11.6.23 标注半径尺寸

（2）编辑尺寸。右击刚刚标注的半径尺寸 R4，右击，在弹出的快捷菜单中选择 编辑附加文本... 命令；在 附加文本 区域中单击“之前”按钮，在文本输入区中输入文本“4×”；单击 关闭 按钮，结果如图 11.6.24 所示。

Step3. 参照 Step2 的操作方法，标注俯视图的孔尺寸，结果如图 11.6.25 所示。

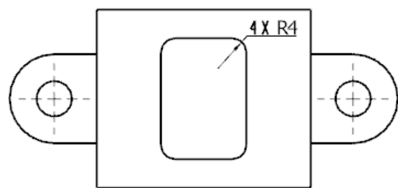


图 11.6.24 编辑半径尺寸

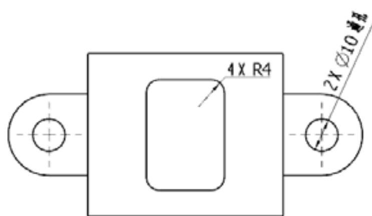
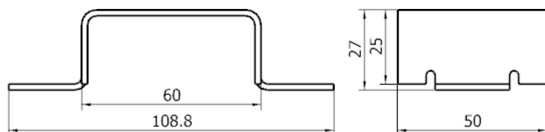


图 11.6.25 标注孔尺寸

Step4. 参照 Step1 的操作方法，在其他视图上添加如图 11.6.26 所示的其余尺寸。

Step5. 创建基准特征。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 基准特征符号(R)... 命令；在 基准标识符 区域的 字母 文本框中输入字母 A，捕捉图 11.6.27 所示的边线，按住鼠标左键并拖动，放置基准特征位置如图 11.6.27 所示，按 Esc 键结束操作。



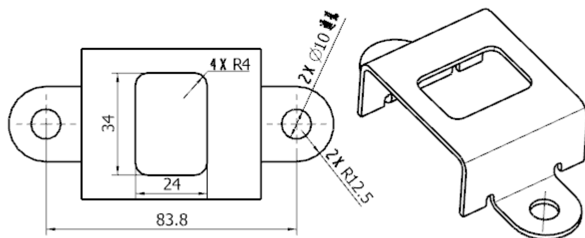


图 11.6.26　标注尺寸

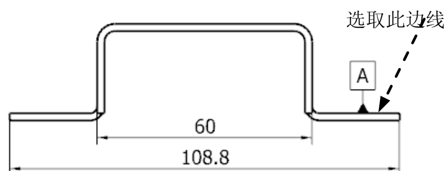


图 11.6.27　选取基准放置位置

Step6. 创建形位公差。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 特征控制框(E)... 命令；在 特性 下拉列表中选择 // 平行度 选项，在 框样式 下拉列表中选择 单框 选项，在 公差 区域的 0.0 文本框中输入值 0.025，在 第一基准参考 区域的 下拉列表中选择 A 选项，展开 指引线 区域的 样式 区域，在 短划线长度 文本框中输入值 15；捕捉图 11.6.28 所示的尺寸线，按住鼠标左键并拖动，当公差框预览位置与图 11.6.29 所示一致时，单击左键以放置公差框。

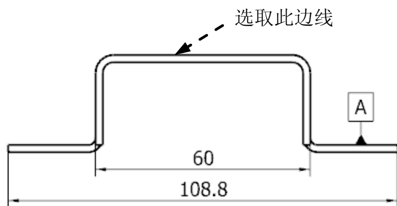


图 11.6.28　选取标注边线

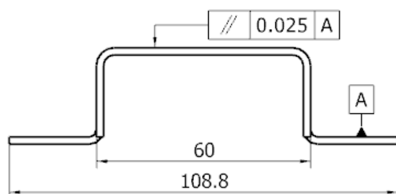


图 11.6.29　添加形位公差

Step7. 创建注释。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 注释(N)... 命令；在文字输入区中清除已有文字，输入文字“技术要求”并按 Enter 键；输入第二行文字“1.未注公差按 GB/1804-2000 级。”并按 Enter 键；输入第三行文字“2.表面无裂纹、毛刺等缺陷。”；选中文字“技术要求”，在 格式化 区域中的比例下拉列表中选择 1.4 选项，根据需要在文字“技术要求”前面插入若干空格；在合适位置单击以放置注释，结果如图 11.6.30 所示，按 Esc 键结束注释命令。

Step8. 选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存文件。

技术要求

1.未注公差按GB/1804-2000级。

2.表面无裂纹、毛刺等缺陷。

图 11.6.30　标注注释

11.7 UG 工程图设计综合实际应用

应用概述：

此例以一个机械基础——基座为载体讲述 UG NX 10.0 工程图创建的一般过程。希望通过此例的学习读者能对 UG NX 10.0 工程图的制作有比较清楚的认识。完成后的工程图如图 11.7.1 所示。

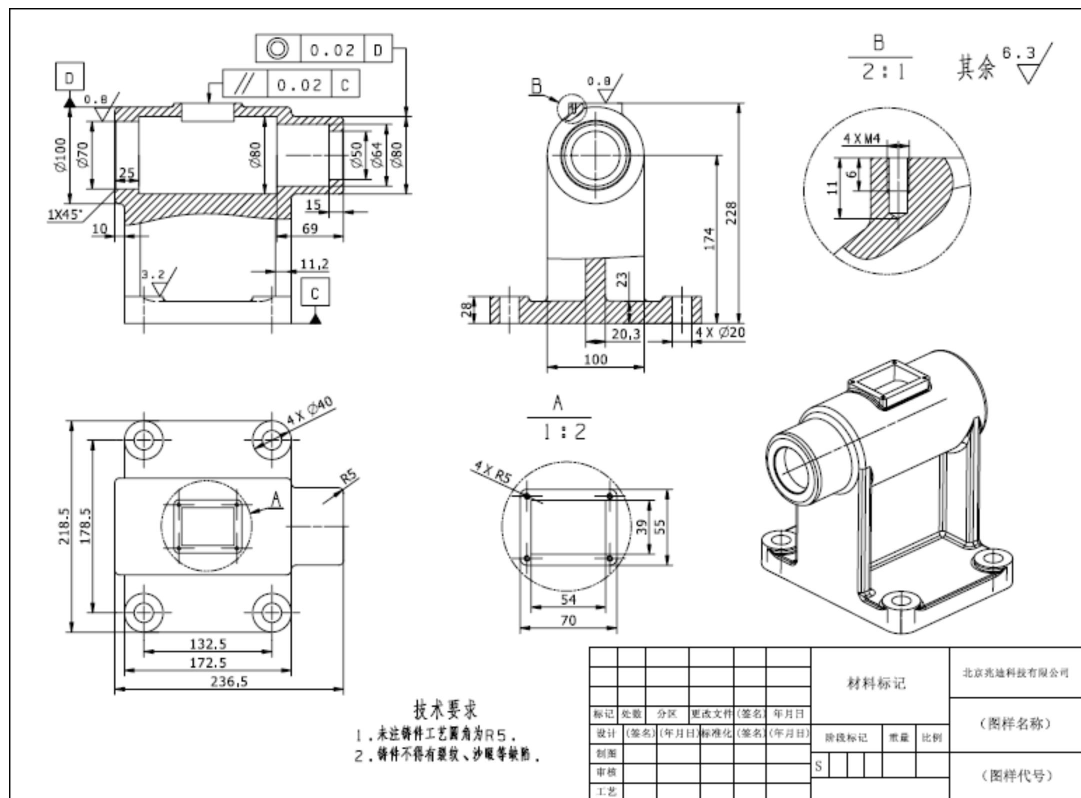


图 11.7.1 基座工程图

Task1. 创建视图前的准备

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch11.07\AXLE_BOX_DRAWING.prt。

Step2. 插入图纸页。选择下拉菜单 启动 → 制图(D)... 命令，选择下拉菜单 插入(S) → 图纸页(H)... 命令，系统弹出“图纸页”对话框；在该对话框的 大小 下拉列表中选择 A3 - 297 x 420 选项，在 比例 下拉列表中选择比例为 1:1，在 投影 区域中选中“第一角象限投影”按钮；其他采用系统默认设置，单击 确定 按钮。系统弹出“视图创建向导”对话框，单击 取消 按钮，系统进入工程图环境。

Step3. 调用图样。选择下拉菜单 文件(F) → 导入(M) → 部件(P)... 命令；选择

A3.prt 文件，单击 OK 按钮；接受默认的坐标原点为目标原点，单击 取消 按钮，完成图样的调用。

Task2．创建视图

Step1．设置视图显示。选择下拉菜单 首选项(P) → 制图(D)... 命令，系统弹出“制图首选项”对话框，在该对话框 视图 节点下展开 公共 选项，在 隐藏线 选项卡中设置隐藏线为不可见；单击 确定 按钮。

Step2．添加基本视图。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 基本(B)... 命令，系统弹出“基本视图”工具条；在“基本视图”工具条中单击的 俯视图 下拉列表中选择 001，并选择比例为 比率，然后在其下面的文本框中分别输入值 7 和 20，在合适位置单击以放置主视图，结果如图 11.7.2 所示。

Step3．添加其他投影视图。此时系统自动弹出“投影视图”对话框，参照图 11.7.3 所示的方位，放置其余两个视图，按 Esc 键结束命令。

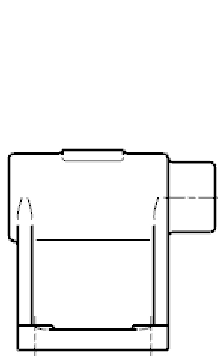


图 11.7.2　添加主视图

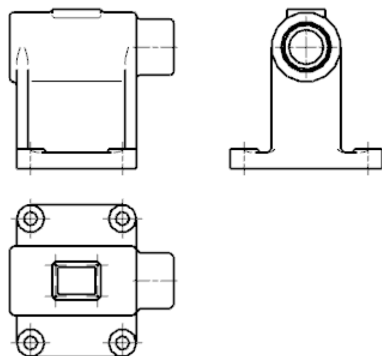


图 11.7.3　添加其他投影视图

Step4．添加轴测视图。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 基本(B)... 命令，单击 按钮，在“定向视图”预览窗口中旋转模型至图 11.7.4 所示位置，单击 确定 按钮，返回到“基本视图”对话框。选择比例为 比率，并在其下面的文本框中分别输入值 7 和 20，然后参照图 11.7.5 所示的位置放置轴测视图，按 Esc 键结束操作。

说明：为了轴测视图看得更见清晰、明了，可将视图的光顺边和虚拟交线显示出来。

Step5．创建图 11.7.6 所示的局部剖视图 1。

（1）绘制草图曲线。在主视图的边界上右击，选择 活动草图视图 命令，单击“艺术样条”按钮，选择 通过点 类型，绘制图 11.7.7 所示的封闭样条曲线。

（2）创建局部剖视图。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 截面(S) → 局部剖(O)... 命令；在“局部剖”对话框中选中 创建 单选项，选取主视图；然后选择图

11.7.7 所示的圆心点，采用系统默认的矢量方向；在对话框中按下按钮，选择绘制的样条曲线作为剖切线，单击 应用 按钮，再单击 取消 按钮，完成操作。

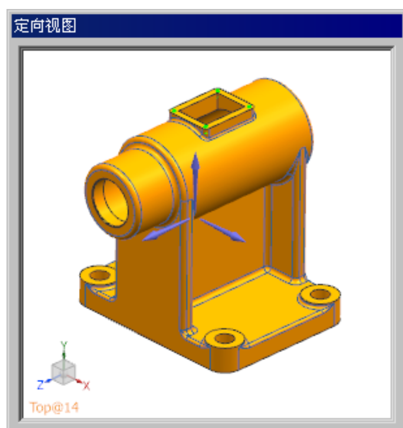


图 11.7.4　定义视图方位

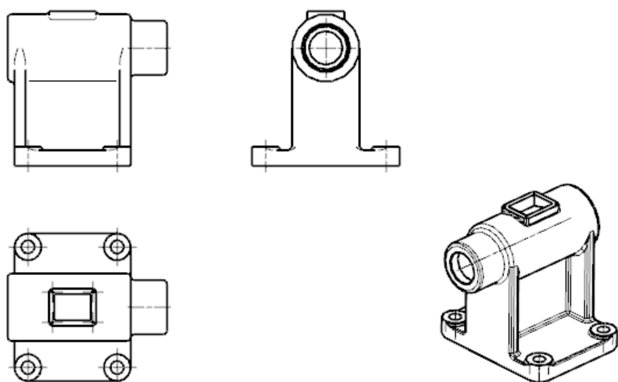


图 11.7.5　放置视图

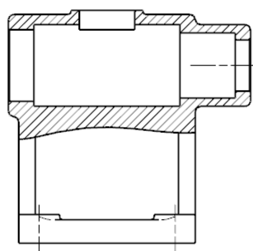


图 11.7.6　局部剖视图 1

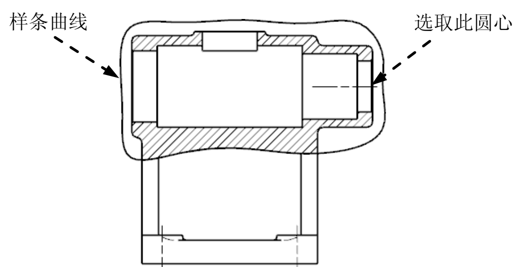


图 11.7.7　绘制样条曲线

Step6. 创建局部剖视图 2。参照上一步的操作步骤，绘制图 11.7.8 所示的样条曲线，选择图 11.7.8 所示的圆心点为基点，结果如图 11.7.9 所示。

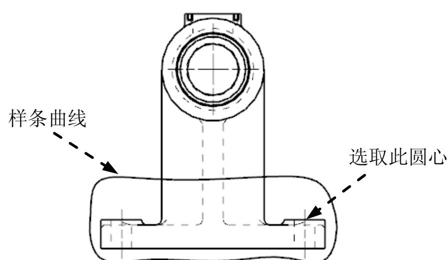


图 11.7.8　绘制样条曲线

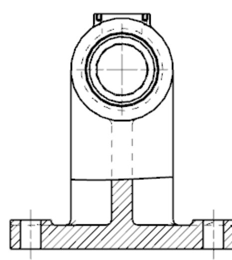


图 11.7.9　局部剖视图 2

说明：在创建左视图的局部剖视图时，也可将视图的隐藏线以虚线的形式显示出来，下同。创建完成后可将其隐藏。

Step7. 创建局部剖视图 3。参照上一步的操作步骤，绘制图 11.7.10 所示的样条曲线，选择图 11.7.10 所示的圆心点为基点，结果如图 11.7.11 所示。

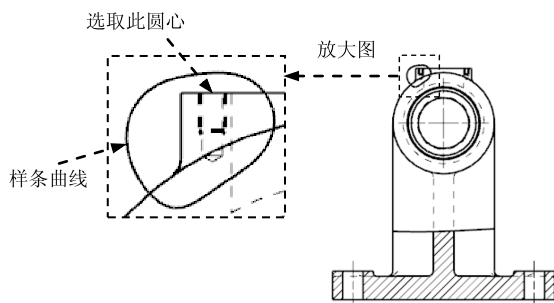


图 11.7.10　绘制样条曲线

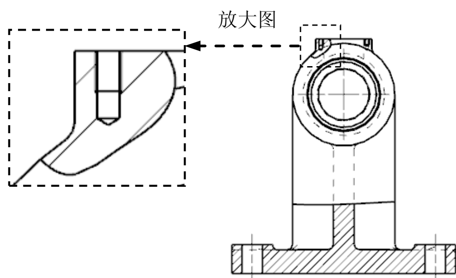


图 11.7.11　局部剖视图 3

Step8. 创建局部放大图 1。选择下拉菜单 插入(S) → 视图(W) → 局部放大图(D)... 命令；在 类型 下拉列表中选择 圆形 选项，单击图 11.7.12 所示的位置 1 指定圆边界的中心点，单击位置 2 指定边界点，绘制图 11.7.12 所示的圆作为放大范围。在对话框 父项上的标签 区域的 标签 下拉列表中选择 标签 选项，在合适位置单击以放置视图，然后单击 关闭 按钮，结果如图 11.7.13 所示。

说明： 如果视图标签位置不合适，可拖动将其移动到合适的位置；双击视图标签可对其进行编辑。

Step9. 创建局部放大图 2。参照上一步，绘制图 11.7.14 所示的放大范围，然后在 比例 区域 比例 右侧的下拉列表中选择 2:1 选项，创建局部放大图 2，结果如图 11.7.15 所示。

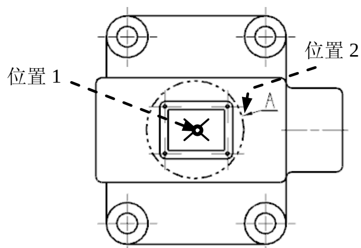


图 11.7.12　绘制放大范围

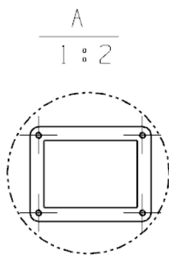


图 11.7.13　创建局部放大图 1

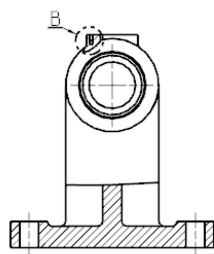


图 11.7.14　绘制放大范围

Task3. 标注尺寸

Step1. 标注主视图的尺寸。

（1）标注水平尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 快速(P)... 命令，在图样中添加图 11.7.16 所示的五个水平尺寸标注。

（2）标注圆柱尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 线性(L)... 命令，在“线性尺寸”对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 圆柱形 选项。在图样中添加图 11.7.17 所示的六个圆柱尺寸标注。

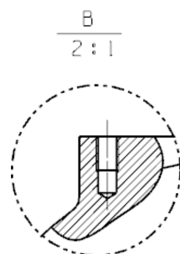


图 11.7.15　创建局部放大图 2

（3）标注倒斜角尺寸。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) ▸ → 倒斜角(C)... 命令，系统弹出“倒斜角尺寸”工具条，在图样中添加图 11.7.17 所示的一个倒斜角尺寸标注。

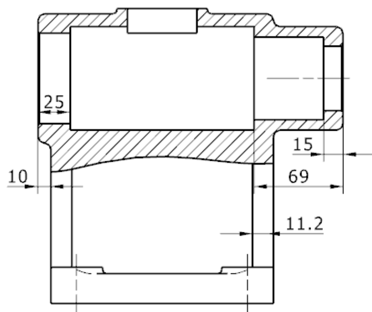


图 11.7.16 标注水平尺寸

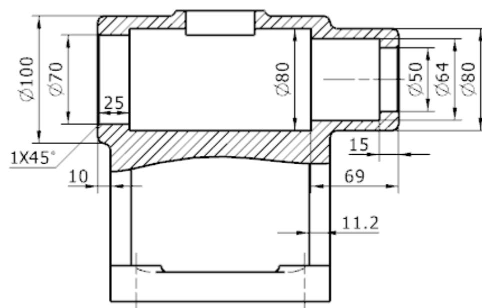


图 11.7.17 标注圆柱和倒斜角尺寸

Step2. 标注俯视图尺寸。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) ▸ → 快速(P)... 命令，在图样中添加图 11.7.18 所示的尺寸。

（2）选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) ▸ → 径向(R)... 命令，在“径向尺寸”对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 径向 选项，在视图中选取图 11.7.18 所示的圆边，此时图样上会显示尺寸预览；右击，在弹出的快捷菜单中选择 附加文本 ▸ → 之前 命令，然后在弹出的输入框中输入文本“4×”，单击中键，在合适位置单击以放置该尺寸，结果如图 11.7.19 所示。

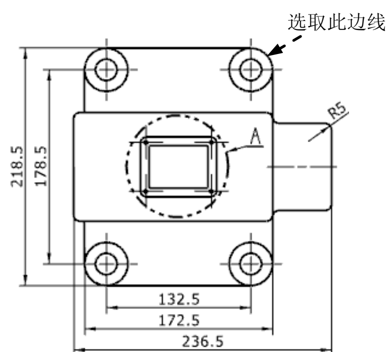


图 11.7.18 标注俯视图尺寸

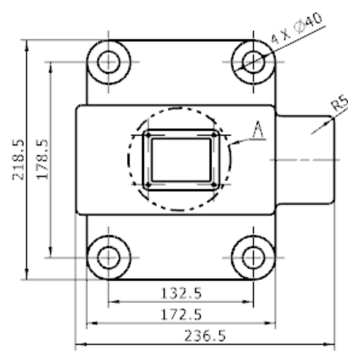


图 11.7.19 标注直径尺寸

Step3. 参照 Step1~ Step2 的操作步骤标注其他视图的尺寸，结果如图 11.7.20~图 11.7.22 所示。

Task4. 标注基准

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 基准特征符号(R)... 命令（或单击“注释”工具栏中的 按钮），系统弹出“基准特征符号”对话框。

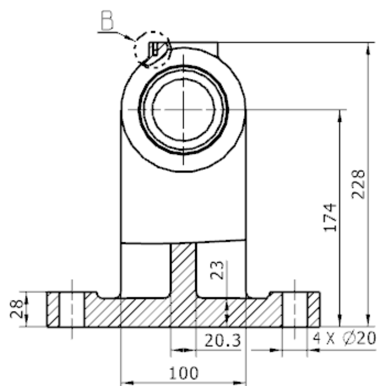


图 11.7.20　标注左视图尺寸

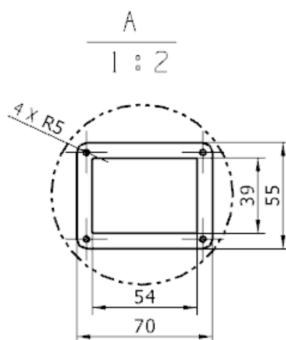


图 11.7.21　标注局部放大图 1 的尺寸

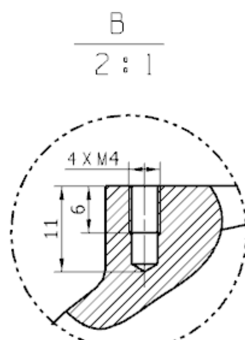


图 11.7.22　标注局部放大图 2 的尺寸

Step2. 在基准标识符区域的字母文本框中输入字母 C，其余采用默认设置，在视图中捕捉图 11.7.23 所示的边线，然后按下鼠标左键并拖动，单击放置基准符号，结果如图 11.7.24 所示。

Step3. 参照 Step1~ Step2 的操作步骤标注其他基准符号，结果如图 11.7.24 所示。

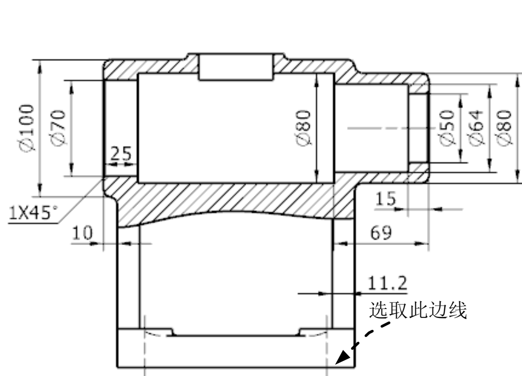


图 11.7.23　选取参照边

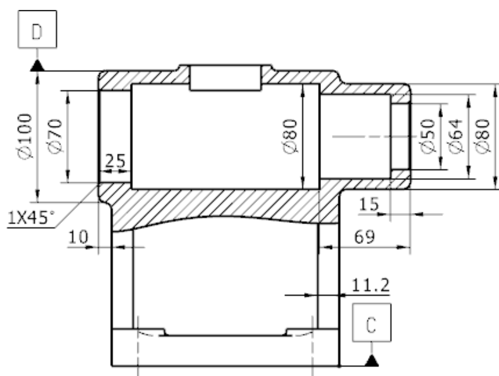


图 11.7.24　标注基准

Task5. 标注几何公差

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 特征控制框(E)... 命令，系统弹出“特征控制框”对话框。

Step2. 定义公差。在特性下拉列表中选择 // 平行度选项，在框样式下拉列表中选择单框选项，在公差区域的 0.0 文本框中输入值 0.02，在第一基准参考区域的下拉列表中选择 C 选项，展开指引线区域的样式区域，在短划线长度文本框中输入值 5，其余采用默认设置。

Step3. 放置公差框。确认“特征控制框”对话框中的指定位置被激活，在图样中捕捉图 11.7.25 所示的边线，然后按下鼠标左键并拖动，当公差框预览位置与图 11.7.25 所示一致时，单击左键以放置公差框。

Step4. 参照 Step1~ Step3 的操作步骤标注其他几何公差符号，结果如图 11.7.26 所示。

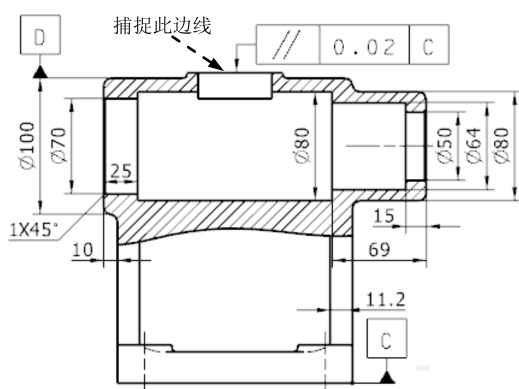


图 11.7.25 标注几何公差

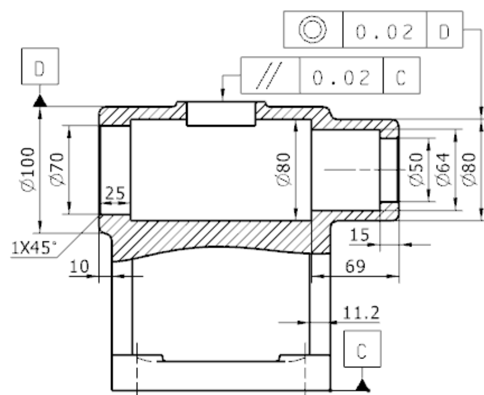


图 11.7.26 标注其他几何公差

Task6. 标注表面粗糙度符号

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → 表面粗糙度符号(S)... 命令，系统弹出“表面粗糙度”对话框。

Step2. 设置表面粗糙度参数。在“表面粗糙度”对话框 指引线 区域的 类型 下拉列表中选择 标志 选项；在 属性 区域的 材料移除 下拉列表中选择 需要移除材料 选项，在 下部文本（a2） 文本框中输入值 3.2；其他参数采用系统默认值。

Step3. 放置表面粗糙度符号。捕捉图 11.7.27 所示的边线，然后按下鼠标左键并拖动，结果如图 11.7.27 所示。

Step4. 参照 Step1~ Step3 的操作步骤标注其他表面粗糙度符号，结果如图 11.7.28~图 11.7.29 所示。在图纸的右上角添加粗糙度符号，如图 11.7.30 所示。

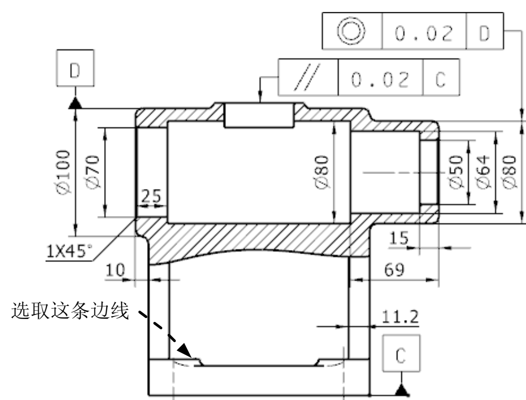


图 11.7.27 选取参照边

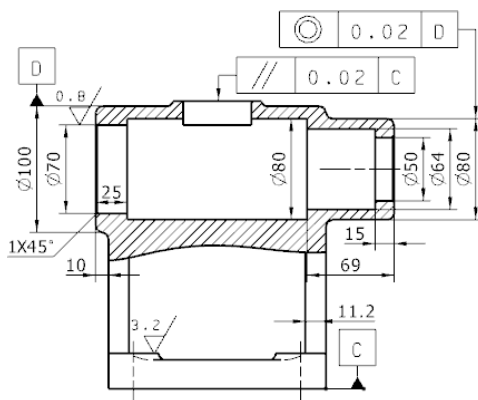


图 11.7.28 标注表面粗糙度符号（一）

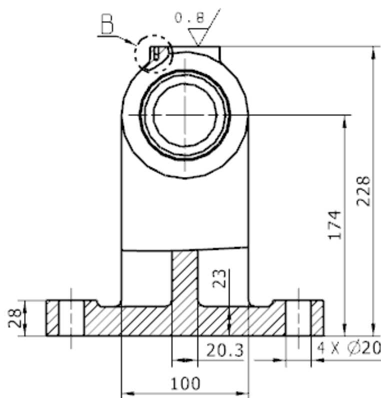


图 11.7.29　标注表面粗糙度符号（二）



图 11.7.30　标注表面粗糙度符号（三）

Task7. 标注注释

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 注释(A) → A 注释(N)... 命令（或单击“注释”工具条中的 A 按钮），系统弹出“注释”对话框。

Step2. 输入文本内容。在“注释”对话框的文字输入区中清除已有文字，然后输入文字“技术要求”并按下 Enter 键；输入第二行文字“1.未注铸件工艺圆角为 R5。”并按下 Enter 键；输入第三行文字“2. 铸件不得有裂纹、沙眼等缺陷。”，并按下 Enter 键。

Step3. 设置格式。在文字输入区中选中文字“技术要求”，在 格式化 区域中的比例下拉列表中选择 1.4 选项，根据需要在文字“技术要求”前面插入若干空格。此时文本输入区显示如图 11.7.31 所示。

Step4. 在图纸下方合适位置单击以放置注释，结果如图 11.7.32 所示，按 Esc 键结束注释命令。

Step5. 在图纸的右上角添加图 11.7.33 所示的注释。

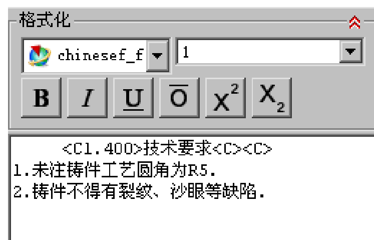


图 11.7.31　设置文本格式

技术要求

1.未注铸件工艺圆角为R5.

2.铸件不得有裂纹、沙眼等缺陷.

图 11.7.32　添加注释文本

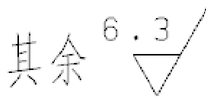


图 11.7.33　添加其他标注

Task8. 保存工程图

此时工程图创建结果如图 11.7.1 所示，选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，即可保存文件。

第 12 章　产品的工程图设计（高级）

12.1　工程图的打印出图

打印出图是 CAD 设计中必不可少的一个环节，本节将讲解 UG NX 10.0 工程图的打印。在打印工程图时，可以打印整张图纸，也可以打印图纸的所选区域，可以选择黑白打印，也可以选择彩色打印。下面讲解打印工程图的操作方法。

Step1. 打开工程图文件 D:\ug10pd\work\ch12.01\PRINT_DWG.prt。

Step2. 选择命令。选择下拉菜单 文件(F) → 打印(P)... 命令，系统弹出图 12.1.1 所示的“打印”对话框。

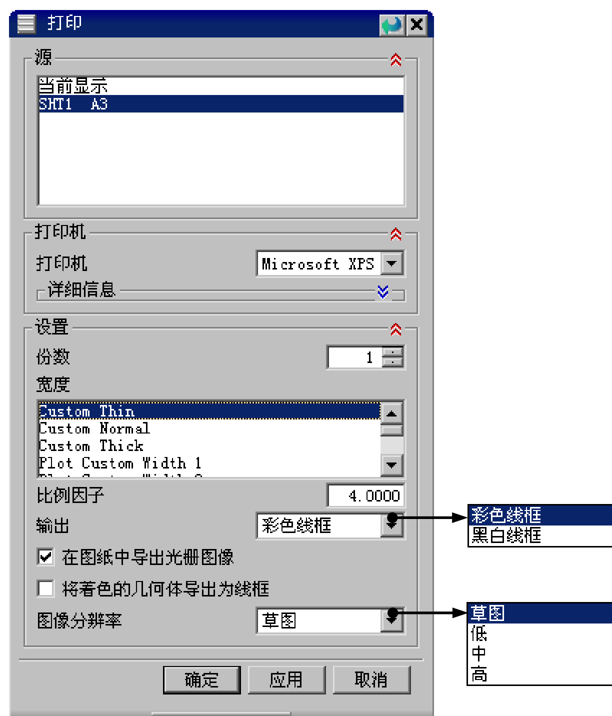


图 12.1.1　“打印”对话框

图 12.1.1 所示的“打印”对话框中各选项的功能说明如下。

- 源 区域：在该区域的列表框中显示当前文件中包含的图纸页，其中 当前显示 表示当前图形区显示的内容。
- 打印机 区域：在该区域选择要使用的打印机类型以及打印机的详细信息等。在 打印机 下拉列表中显示操作系统（如 Windows XP）中已安装的打印机。

- 设置区域：在该区域设置打印的份数、线条宽度等参数。
  - ☑ 份数文本框：在该文本框中输入要打印的图纸数量。
  - ☑ 宽度区域：用来选择线宽的类型。
  - ☑ 比例因子文本框：用来定义线宽度的比例因子。
  - ☑ 输出下拉列表：用来控制打印的图纸的颜色和着色。选择彩色线框选项表示使用彩色或灰阶线来打印图纸的所有边，选择黑白线框选项表示只能使用黑色线打印图纸的所有边。
  - ☑ ☑ 在图纸中导出光栅图像复选框：选中后可以打印选定的图纸页中的光栅图像。
  - ☑ ☑ 将着色的几何体导出为线框复选框：选中后可以打印选定的图纸页中的着色图纸视图的线框显示。
  - ☑ 图像分辨率下拉列表：用来定义打印图像的清晰度或质量，与打印机具体参数有关。

Step3. 在“打印”对话框的源列表框中选择SHT1 A3选项，在设置区域的宽度下拉列表中选择Custom Normal选项，设置比例因子为 2，在输出下拉列表中选择黑白线框选项，在图像分辨率下拉列表中选择中选项，其余采用默认参数。

Step4. 在“打印”对话框中单击确定按钮，即可开始打印。

12.2　在图纸页上放置图像

在 UG NX 10.0 的工程图环境中，可以将光栅图像放置在图纸页上，此时图像文件将被保存在部件文件内部。下面讲解在图纸页上放置图像的操作方法。

Step1. 打开工程图文件 D:\ug10pd\work\ch12.02\IMAGE.prt，进入制图环境。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 图像(I)...命令，系统弹出“打开图像”对话框。

Step3. 在图 12.2.1 所示的“打开图像”对话框中选择IMAGE.jpg选项，单击OK按钮。

说明：系统支持的图像格式为 PNG、JPG 和 TIFF 类型，如果不是这三种类型，需要提前通过图像转换软件进行转换。

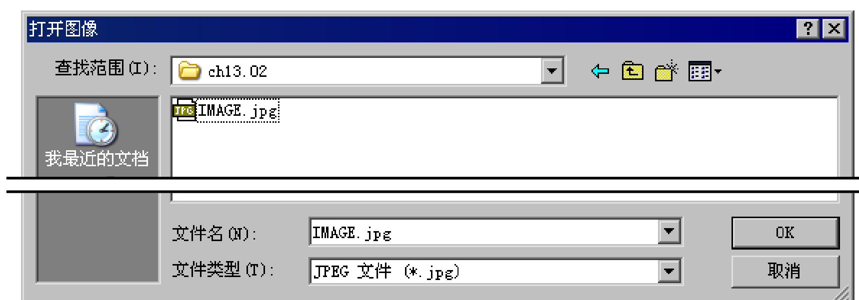
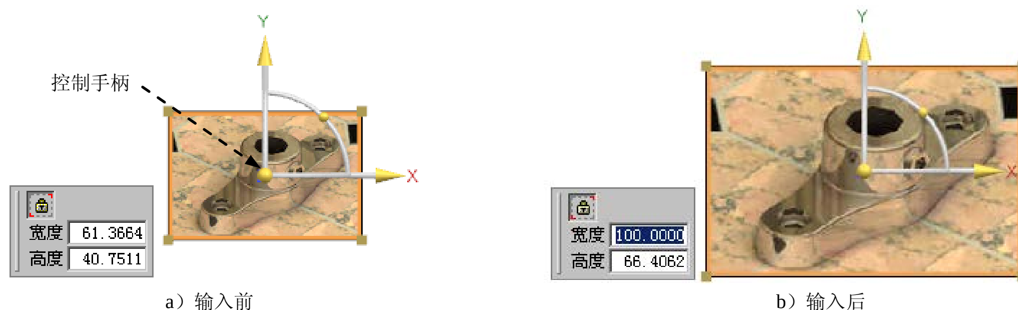


图 12.2.1　“打开图像”对话框

Step4. 在图 12.2.2a 所示的浮动输入框的宽度文本框中输入值 100 并按下 Enter 键，此时高度文本框的数值同时发生变化（图 12.2.2b）。



a）输入前　　b）输入后

12.2.2　输入尺寸

Step5. 拖动 X 轴或 Y 轴将其图像移动至合适的位置。

Step6. 单击鼠标中键，完成图像的放置，结果如图 12.2.3 所示。



图 12.2.3　放置图像

12.3　定制符号

在 UG NX 10.0 的工程图环境中，用户可以通过创建新的定制符号的方法，将企业内部一些特定的制图对象存储起来，并在制图中进行调用。定制符号可以与主模型定制符号相关联，这样当主模型符号发生变化后，符号的关联副本也会更新。下面来介绍在 UG NX 10.0 中关于定制符号的相关操作方法。

12.3.1　创建定制符号库

Step1. 启动 UG NX 10.0 软件。

Step2. 选择下拉菜单文件(F) → 实用工具(U) → 用户默认设置(D)...命令，系统弹出“用户默认设置”对话框。

Step3. 新建符号库（注：本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch12.03.01\reference\文件下的语音视频讲解文件 IMAGE-r01.avi）。

说明：这里在 D:\my_symbol 前面的符号是按下键盘上的 Shift 键后再按下“\”键输入

的。注意，在此输入的路径必须已经存在，否则可能会出错。参照此定义格式，用户可以输入多行文本来定义多个不同的符号库存储路径。

Step4. 在“用户默认设置”对话框中单击 确定 按钮。

Step5. 关闭 UG NX 10.0 软件并重新启动。

Step6. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.03\SYMBOL_STORE.prt，进入制图环境。

Step7. 在左侧的资源板中单击“重用库”选项卡，可以看到“我的符号”节点已经创建（图 12.3.1 所示）。

Step8. 在图 12.3.1 所示的“我的符号”节点上右击，在弹出的快捷菜单中选择 新建文件夹 命令，此时系统在“我的符号”节点下创建了“New Folder”节点；右击“New Folder”节点，在弹出的快捷菜单中选择 重命名 命令，输入新名称 N001，结果如图 12.3.2 所示。

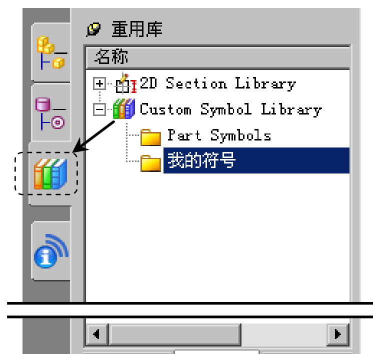


图 12.3.1 “重用库”资源板（一）

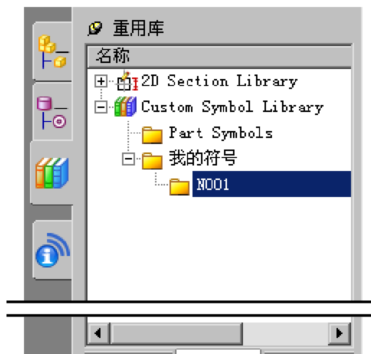


图 12.3.2 “重用库”资源板（二）

说明：这里必须创建新的文件夹，用以存放用户的定制符号。参照此操作方法，用户可以创建多个文件夹以放置不同类型的定制符号。

12.3.2 创建新的定制符号

下面来介绍创建新的定制符号的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.03\CUSTOM_SYMBOL.prt。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 符号(Y) → 定义定制符号(E)... 命令，系统弹出图 12.3.3 所示的“定义定制符号”对话框。

Step3. 定义存放文件夹。在“定义定制符号”对话框的 文件夹视图 区域的列表框中选择 N001 节点。

Step4. 定义符号名称。在 符号名 区域的 名称 文本框中输入文本“六角标”，在 部件文件名 文本框中输入文本“SYMBOL_001”。

Step5. 定义符号内容。确认 符号内容 区域的 * 选择对象 (0) 被激活，选取图 12.3.4 所示的符号内容。

Step6. 定义锚点位置。单击锚点区域的✔指定点，选取图 12.3.5 所示的点作为新的锚点。

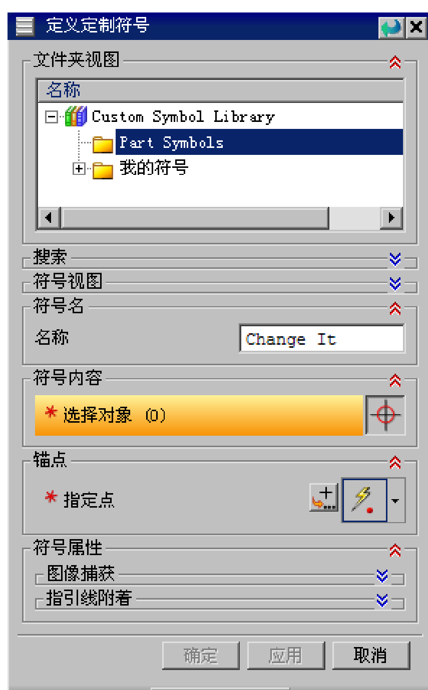


图 12.3.3 “定义定制符号”对话框

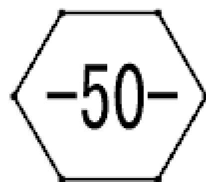


图 12.3.4 选择符号内容

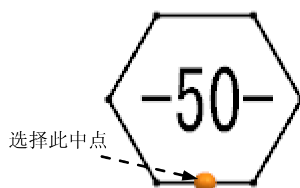


图 12.3.5 定义锚点

Step7. 定义符号属性。

（1）定义预览图像。在“定义定制符号”对话框中展开图像捕获区域（图 12.3.6），在输入下拉列表中选择区域选项，此时系统自动激活定义区域，在图纸上单击一点并拖动出矩形（图 12.3.7），此时图像预览区域显示结果如图 12.3.6 所示。

说明： 如果拖动的矩形大小不合适，可以再拖动矩形边上的控制点来改变其大小，直至能完整地包含符号。

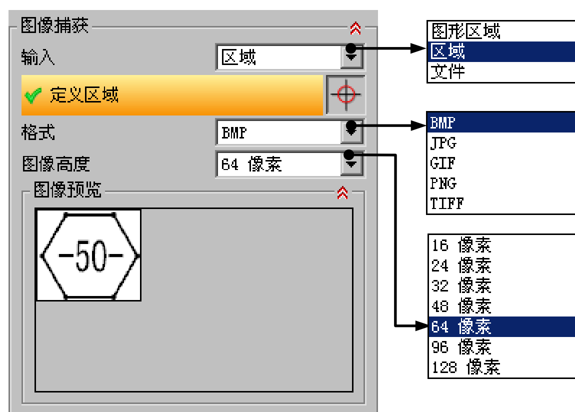


图 12.3.6 “图像捕获”区域

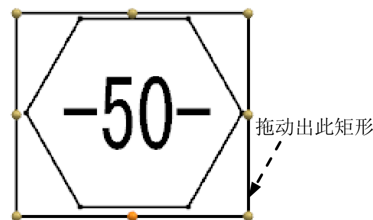


图 12.3.7 定义图像区域

图 12.3.6 所示的“图像捕获”区域中的选项说明如下。

- 输入下拉列表：用于定义图像捕获的输入方式，包括图形区域、区域和文件。选择图形区域选项时，用户需要缩放图形区的显示内容，然后单击按钮即可捕获当前图形区的显示内容；选择文件选项时，用户需要选择一个图像文件来定义符号的预览图。
- 格式下拉列表：定义符号预览图的保存格式，不同图形格式的差异请查阅相关资料。
- 图像高度下拉列表：定义符号预览图像的高度。

（2）定义指引线附着。在“定义定制符号”对话框中展开指引线附着区域（图 12.3.8 所示）。在列表框中选择左指引线选项，此时系统自动激活指定点，在图纸上选取图 12.3.9 所示的点 1；在列表框中选择右指引线选项，在图纸上选取图 12.3.9 所示的点 2。

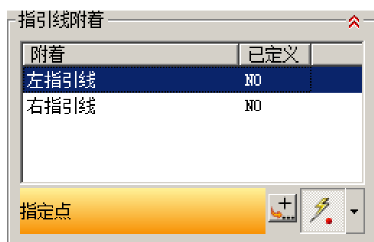


图 12.3.8 “指引线附着”区域



图 12.3.9　定义引出点

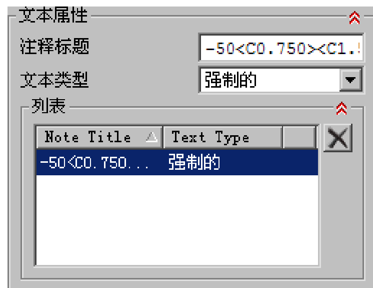
说明：默认的指引线引出点是锚点，这里用户可以定义左、右指引线引出点，其中左指引线为左指引线引出点，右指引线为右指引线引出点。当放置定制符号时，系统默认会自动判断从哪个引出点创建指引线。

（3）定义文本属性。

① 在“定义定制符号”对话框中展开文本属性区域（图 12.3.10a 所示），在列表框中选择-50<... 强制的选项，此时对话框显示如图 12.3.10b 所示。



a）

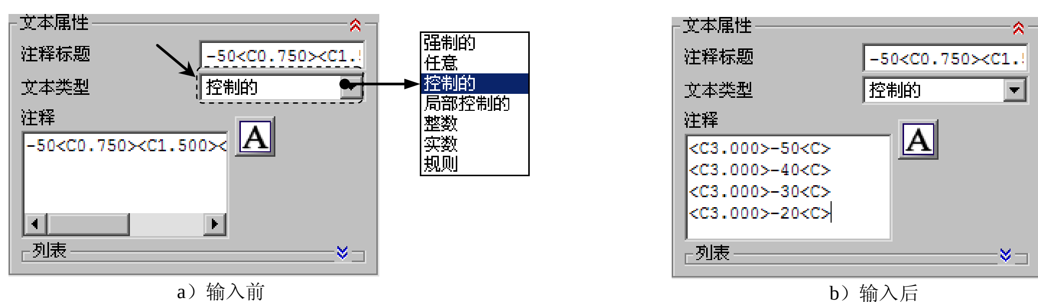


b）

图 12.3.10　“文本属性”区域（一）

② 在文本类型下拉列表中选择控制的选项，此时该区域显示为图 12.3.11a 所示，在输入区中输入图 12.3.11b 所示的文本内容。

③ 在注释标题文本框中输入文本“标号”。



a）输入前　　　　b）输入后

图 12.3.11　“文本属性”区域（二）

图 12.3.11 所示的“文本属性”区域中文本类型下拉列表的选项说明如下。

- 强制的选项：选择此项，放置定制符号时其中包含的文本不能被修改。
- 任意选项：选择此项，放置定制符号时可以创建一行或多行文本。
- 控制的选项：选择此项，允许输入多个文本选项，在放置定制符号时只能从这些预定义的文本进行选择。
- 局部控制的选项：此项与控制的选项类似，不同在于选择局部控制的选项，允许用户在放置定制符号时，自行输入文本。
- 整数选项：选择此项，允许输入正负整数或零。
- 实数选项：选择此项，允许输入带有小数点的正负数。
- 规则选项：选择此项，允许选择某种规则。

Step8. 在“定义定制符号”对话框中单击确定按钮，完成定制符号的定义。

12.3.3　在图纸中插入定制符号

下面介绍在图纸中插入定制符号的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.03\INSERT_CUSTOM_SYMBOL.prt。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) ➡ 符号(Y) ➡ 定制(C)...命令，系统弹出图 12.3.12 所示的“定制符号”对话框。

Step3. 选择文件夹。在“定制符号”对话框的文件夹视图区域的列表框中选择 N001节点。

Step4. 选择符号。在符号视图区域的列表框中选择前面创建的“六角标”符号。

Step5. 定义符号属性。展开符号属性区域（图 12.3.13），在文本属性列表框中单击标号选项，然后在标号下拉列表中选择<C3.000>-20-<C>选项，其余参数采用图 12.3.13 所示的设置。

Step6. 定义设置参数。展开设置区域（图 12.3.14），选中☑锁定更新复选框，其余参数

采用图 12.3.14 所示的设置。



图 12.3.12　“定制符号”对话框

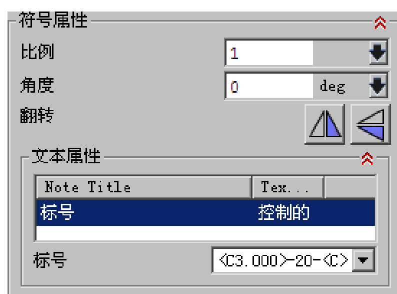


图 12.3.13　“符号属性”区域

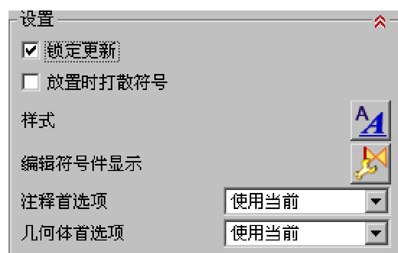


图 12.3.14　“设置”区域

图 12.3.13 所示的“符号属性”区域和图 12.3.14 所示的“设置”区域中的选项及按钮说明如下。

- 符号属性区域：用来定义要放置的定制符号的比例、角度等参数。
  - ☑ 比例文本框：定义定制符号的放置比例。
  - ☑ 角度文本框：定义定制符号的放置角度。
  - ☑ 按钮：单击即可将符号根据锚点位置进行左右翻转。
  - ☑ 按钮：单击即可将符号根据锚点位置进行上下翻转。
  - ☑ 文本属性列表框：当定制符号含有文本内容，可通过此处调整文本的属性，显示的文本属性与定义定制符号时的设置有关。
- 设置区域：用来定义要放置的定制符号的更新、打散、样式、显示等参数。
  - ☑ 锁定更新复选框：选中该复选框，放置后的定制符号将与源定制符号不关联，源定制符号的更改不会影响到放置后的定制符号；否则，源定制符号的更改将会影响到放置后的定制符号。
  - ☑ 放置时打散符号复选框：选中该复选框，放置后的定制符号将被打散，否则符

号将是一个整体对象。用户也可以选择 编辑(E) ➡ 符号(S) ➡ 打散定制符号(S)... 命令进行符号的打散。

☑ 按钮：单击后弹出图 12.3.15 所示的“设置”对话框，用户可对箭头样式、层叠等进行设置。

☑ 按钮：单击后弹出图 12.3.16 所示的“编辑符号件显示”对话框，用户选择几何体或注释内容，即可修改线型、宽度和注释的样式。

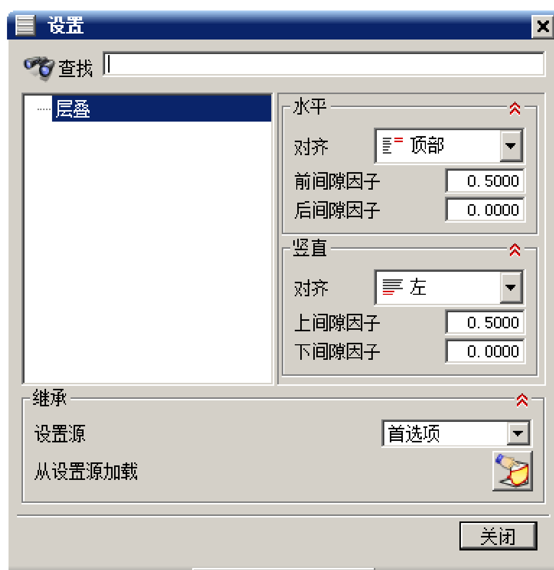


图 12.3.15 “设置”对话框

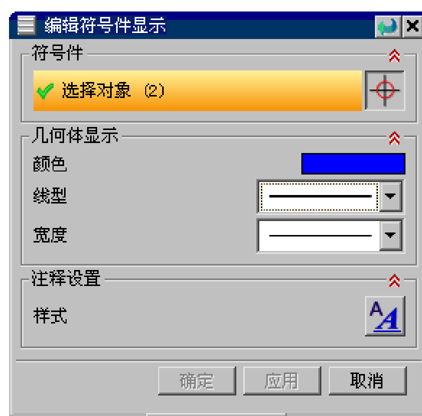


图 12.3.16 “编辑符号件显示”对话框

☑ 注释首选项 下拉列表：用来定义注释的默认参数。用户可以选择“使用当前”和“使用定义”选项。

☑ 几何体首选项 下拉列表：用来定义注释的默认参数。用户可以选择“使用当前”和“使用定义”选项。

Step7. 放置符号。在图纸上的合适位置单击以放置符号，结果如图 12.3.17 所示。

说明：如果在放置符号时添加了指引线，系统将根据符号与指引点的位置关系来生成左或右指引线，效果如图 12.3.18 所示。

Step8. 单击“定制符号”对话框中的 关闭 按钮，关闭对话框。

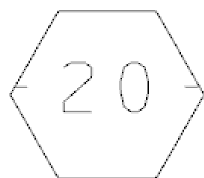


图 12.3.17 放置符号

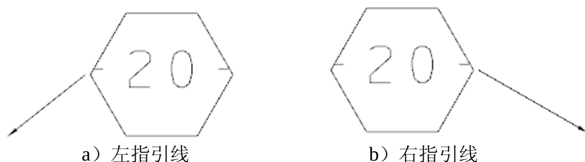


图 12.3.18 添加指引线

12.3.4　编辑定制符号

下面介绍编辑定制符号的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.03\EDIT_CUSTOM_SYMBOL.prt。

Step2. 选择下拉菜单 编辑(E) → 符号(S) → 编辑定制符号(E)... 命令，系统弹出“编辑定制符号”对话框。

Step3. 在“编辑定制符号”对话框中选择图 12.3.19 所示的符号，单击 确定 按钮，系统进入定制符号的编辑环境（图 12.3.20）。

Step4. 在草图环境中修改符号的线条（添加两端圆弧，删除四条直线），结果如图 12.3.21 所示。

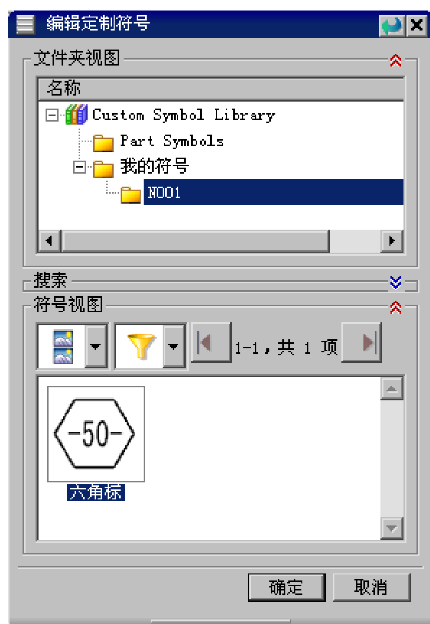


图 12.3.19 “编辑定制符号”对话框

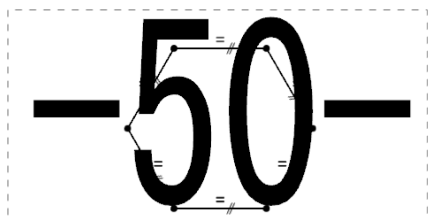


图 12.3.20　定制符号编辑环境

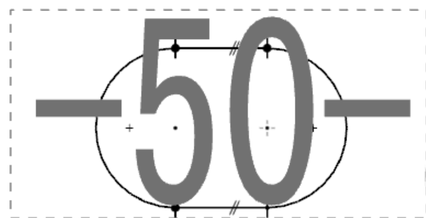


图 12.3.21 编辑草图

Step5. 在图形区空白处右击，在弹出的快捷菜单中选择 完成定制符号编辑(F)... 命令，系统弹出“完成定制符号编辑”对话框。

Step6. 重新定义锚点。在“完成定制符号编辑”对话框中单击 锚点 区域的 指定点，选取图 12.3.22 所示的点作为新的锚点。

Step7. 重新定义指引点。在 指引线附着 区域的列表框中选择 左指引线 选项，此时系统自动激活 指定点，在图样上选取图 12.3.23 所示的点 1；在列表框中选择 右指引线 选项，在图样上选取图 12.3.23 所示的点 2。

Step8. 在“完成定制符号编辑”对话框中单击 确定 按钮，完成编辑。

说明：编辑定制符号后，还需要重新定义预览图像，读者可参照前面的操作完成。

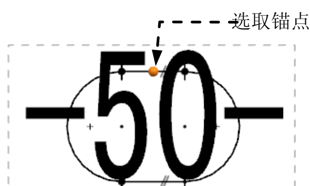


图 12.3.22　定义锚点

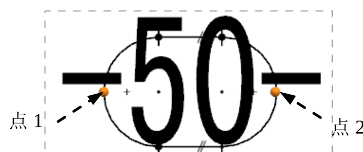


图 12.3.23　定义指引点

12.3.5　更新定制符号

下面紧接着上一小节的操作来介绍更新定制符号的一般操作方法。

注意：只有在编辑定制符号后，才能进行定制符号的更新。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.03\UPDATE_CUSTOM_SYMBOL.prt。

Step2. 锁定符号的更新。在图纸上右击图 12.3.24 所示的定制符号，在系统弹出的快捷菜单中选择锁定更新命令。

Step3. 更新未锁定更新的定制符号。

（1）在“部件导航器” 中右击图 12.3.25 所示的过时的节点，在系统弹出的快捷菜单中选择刷新命令，此时在该节点下出现新的定制符号节点。

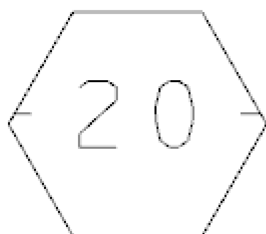


图 12.3.24　锁定更新的符号

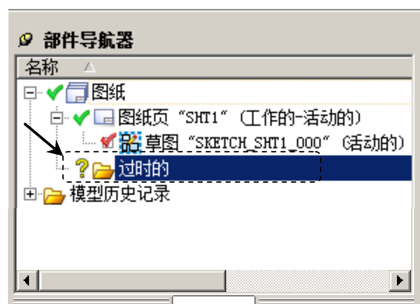


图 12.3.25　部件导航器（一）

（2）右击新出现的定制符号节点，在系统弹出的快捷菜单中选择刷新命令，此时“部件导航器”显示如图 12.3.26 所示。

（3）单击图 12.3.26 所示的定制符号前面的图标，图样上的符号显示如图 12.3.27 所示。

说明：Step2 中选择锁定更新的定制符号此时不能被更新，其余两个没有进行锁定更新的定制符号此时被更新。

Step4. 解锁符号的更新。在图纸上右击图 12.3.24 所示的已经锁定更新的定制符号，在系统弹出的快捷菜单中选择解锁更新命令。

Step5. 更新定制符号。参考 Step2 的操作方法，对解锁后的定制符号进行更新，结果如图 12.3.28 所示。



图 12.3.26　部件导航器（二）

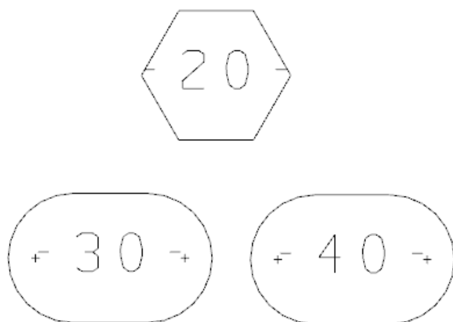


图 12.3.27　更新后的符号

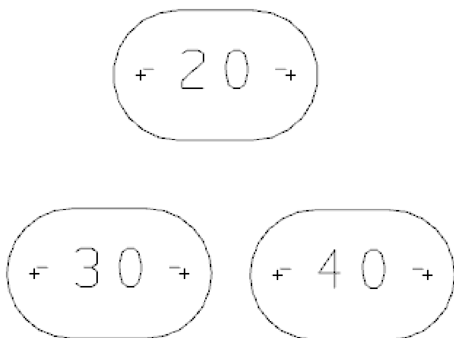


图 12.3.28　更新解锁后的符号

12.4　跟踪图纸更改

在 UG NX 10.0 的工程图环境中，用户可以通过使用跟踪图纸更改的一组命令，如创建图纸的快照数据、比较快照数据和当前图纸、生成交互式报告等，分析图纸当前状态和先前保存状态之间的差别。

12.4.1　创建快照数据

使用"创建快照数据"命令可快速捕获当前工作部件中各个图纸页的重要数据和 CGM 文件，并存储在当前工作部件文件中。这些永久保存的快照数据将用来和图纸更改的状态进行比较，以便发现两者之间的差别。下面讲解创建快照数据的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.04\SNAPSHOT.prt。

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 跟踪图纸更改(R) → 创建快照数据(S) 命令，系统

弹出“跟踪图纸更改的创建快照数据信息”对话框。

Step3. 在图 12.4.1 所示的对话框中单击 确定(O) 按钮，完成快照数据的创建。

Step4. 选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

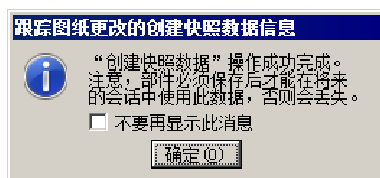


图 12.4.1 “跟踪图纸更改的创建快照数据信息”对话框

说明：

- 创建快照数据后，必须保存部件文件，这样才能将快照数据存储在部件文件中，否则快照数据将丢失。
- 选择下拉菜单 分析(L) → 跟踪图纸更改(R) → 删除比较数据(D) 命令，即可删除刚刚创建的快照数据。
- 只有创建了快照数据后，才能执行删除快照数据的操作。

12.4.2 叠加 CGM

叠加 CGM 命令是将部件文件中保存的 CGM 文件叠加到当前的图纸页上，此时重叠一致的部分是没有变化的，不一致的部分则是图纸的更改部分。需要注意的是，如果某个视图在图纸页上的位置发生了变化，即便模型未作更改，此时的叠加结果仍会显示较多有差别的地方。下面介绍叠加 CGM 的一般操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.04\OVERLAY_CGM.prt，选择下拉菜单 启动 → 建模(M)... 命令，进入建模环境。

Step2. 修改模型。在“部件导航器”中右击 拉伸 (2) 特征，在系统弹出的快捷菜单中选择 显示尺寸 选项，双击直径尺寸 Φ70 修改为 Φ75；双击高度尺寸 68，修改为 78，完成模型修改。

Step3. 选择下拉菜单 启动 → 制图(D)... 命令，进入制图环境。

Step4. 更新视图。选择下拉菜单 编辑(E) → 视图(W) → 更新(U)... 命令（或在“图纸”工具栏中单击按钮），系统弹出“更新视图”对话框，选择任意视图；单击 确定 按钮，完成视图的更新，结果如图 12.4.2 所示。

Step5. 选择下拉菜单 分析(L) → 跟踪图纸更改(R) → 叠加 CGM 命令（或从“跟

踪图纸更改”工具条中单击按钮），结果如图 12.4.3 所示。

说明：只有创建了快照数据后，才能执行叠加 CGM 的操作。

Step6. 再次选择下拉菜单 分析(L) → 跟踪图纸更改(R) → 叠加 CGM 命令（或从“跟踪图纸更改”工具条中单击按钮），即可关闭叠加 CGM。

12.4.3　打开与关闭跟踪更改

激活跟踪更改命令后，系统将保存临时的快照数据，然后使用这些数据与图纸的当前状态进行比较，并可由此创建一个比较报告。当关闭跟踪更改后，临时数据将被删除。打开和关闭跟踪更改的操作如下。

在制图环境中，选择下拉菜单 分析(L) → 跟踪图纸更改(R) → 跟踪更改(A) 命令（或从“跟踪图纸更改”工具条中单击按钮），即可打开跟踪更改；再次选择该命令，系统弹出图 12.4.4 所示的“跟踪图纸更改警告”对话框，单击 是(Y) 按钮，即可关闭跟踪更改。

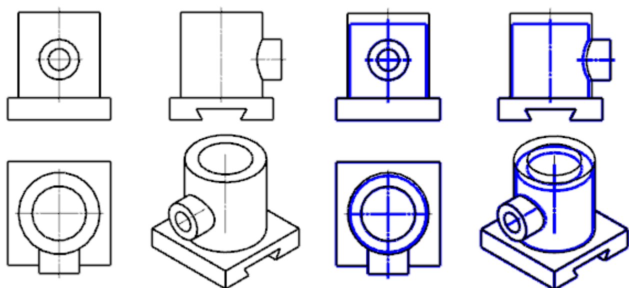


图 12.4.2　更新视图后　　　　图 12.4.3　叠加 CGM

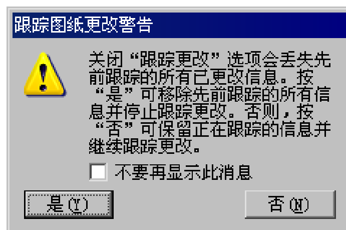


图 12.4.4　“跟踪图纸更改警告”对话框

12.4.4　比较报告

通过创建比较报告，用户可以直观地观察到图纸的各个更改、添加和删除等。用户通过选择创建比较报告的基准，来决定当前的图纸状态是与保存的快照数据比较，还是与临时收集的快照数据进行比较。下面介绍关于比较报告的相关操作方法。

1．设置比较报告

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.04\SET_REPORT.prt。

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 跟踪图纸更改(R) → 设置(T)... 命令（或从“跟踪图纸更改”工具条中单击按钮），系统弹出图 12.4.5 所示的“跟踪图纸更改设置”对话框（一）。

Step3. 在“跟踪图纸更改设置”对话框（一）常规选项卡的比较报告的基线下拉列表中选择快照选项，选中☑显示更改符号复选框，其余参数采用默认设置。

Step4. 在“跟踪图纸更改设置”对话框（一）中进入报告过滤器选项卡（图 12.4.6），采用系统的默认设置（选中全部复选框）。

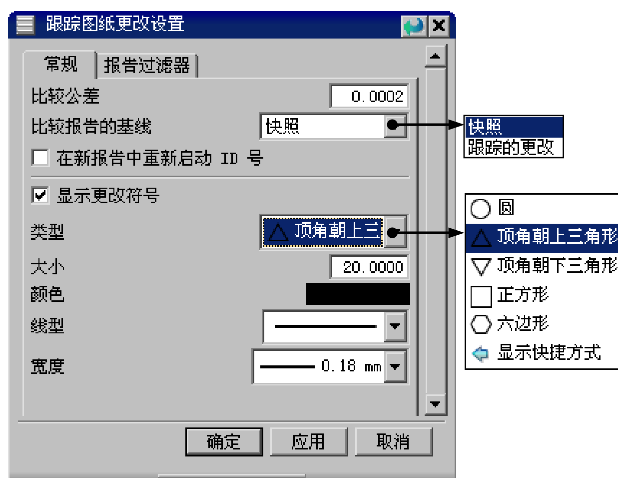


图 12.4.5 “跟踪图纸更改设置”对话框（一）

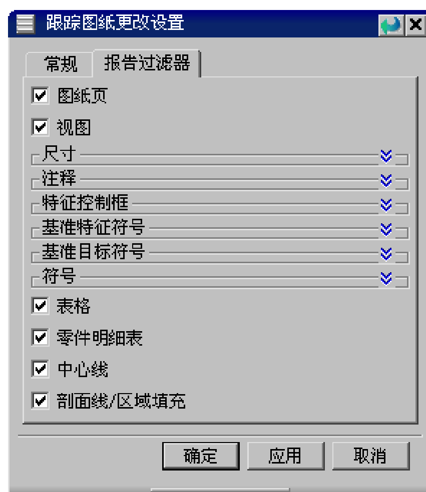


图 12.4.6 “跟踪图纸更改设置”对话框（二）

Step5. 在“跟踪图纸更改设置”对话框中单击确定按钮，完成设置。

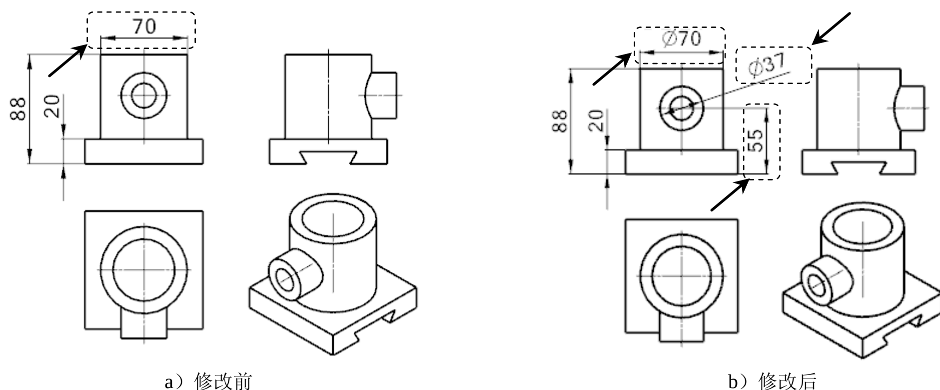
图 12.4.5 与图 12.4.6 所示的“跟踪图纸更改设置”对话框中的选项说明如下。

- 比较公差文本框：用来定义比较图纸数据时的公差数值。
- 比较报告的基线下拉列表：用来定义比较制图数据时的基准。
  - ☑ 快照：选择此选项，系统将以保存的快照数据来进行图纸数据的比较。
  - ☑ 跟踪的更改：选择此选项，系统将以开启跟踪更改所保存的临时的快照数据来进行图纸数据的比较，此时用户必须开启“跟踪更改”才能创建比较报告。
- ☐ 在新报告中重新启动 ID 号复选框：用来定义是否在新的比较报告中重新生成标志符号，该标志符号出现在关联对象的旁边。
- ☑ 显示更改符号复选框：用来定义是否在更改对象旁边显示指定格式的符号。选中该复选框，有助于分辨更改的制图对象。
- 类型下拉列表：用来定义更改符号的样式类型。
- 报告过滤器选项卡：用来设置比较报告中出现的项目，默认为全部类型的对象。

2. 创建比较报告

下面紧接着前面的操作来介绍创建比较报告的一般操作过程。

Step1. 参照前面章节的操作在图纸上删除图 12.4.7a 所示的尺寸 70，添加图 12.4.7b 所示的尺寸 φ70、φ37 和 55。



a）修改前　　　　b）修改后

图 12.4.7　修改标注尺寸

Step2. 选择下拉菜单 分析(L) → 跟踪图纸更改(R) → 执行比较报告(E) 命令（或从“跟踪图纸更改”工具条中单击按钮），系统弹出图 12.4.8 所示的“比较报告”对话框。

Step3. 在“比较报告”对话框的 详细结果 区域的列表框中单击 Dimension(1) 选项，此时图样上相应的尺寸被高亮显示；双击 Dimension(1) 选项，则系统会将该更改所对应的尺寸放大来显示。

Step4. 在“比较报告”对话框中单击 确定 按钮，关闭对话框。

3．显示比较报告

如果用户需要查看比较报告，可以选择下拉菜单 分析(L) → 跟踪图纸更改(R) → 打开比较报告(O) 命令（或从“跟踪图纸更改”工具条中单击按钮），系统将重新弹出图 12.4.8 所示的“比较报告”对话框。

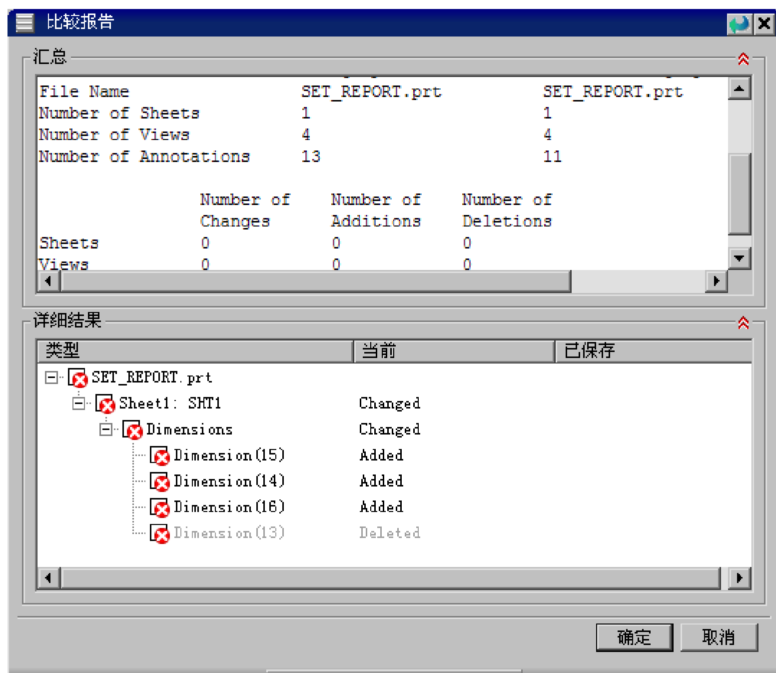


图 12.4.8　“比较报告”对话框

4．删除比较报告

如果用户不需要比较报告了，可以选择下拉菜单 分析(L) ➡ 跟踪图纸更改(R) ➡ 删除比较报告(R) 命令（或从“跟踪图纸更改”工具条中单击 按钮），系统将删除已经创建的比较报告。

12.5 GC 工具箱

GC 工具箱是特别针对中国用户推出的国标环境软件包，内置一系列相关的工具，如标准化工具、制图工具等。通过使用此工具模块，用户可以在一个符合大部分中国用户需求的环境中进行工作，并大大提高产品开发的规范化水平，减少用户客户化定制的工作量并提高工作效率。

12.5.1 属性工具

使用“属性工具”命令可以编辑或增加当前部件的属性，这些属性一般是由 GB 标准模板所定义的，也可以从其他部件中继承属性，并且通过“属性同步”功能实现属性在主模型和图纸间的双向传递。下面讲解使用“属性工具”的一般操作方法。

Step1.打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.01\PROPERTY_TOOL_dwg1.prt，系统进入制图环境。

Step2. 选择下拉菜单 GC 工具箱 ➡ GC 数据规范 ➡ 属性工具 ➡ 属性工具... 命令，系统弹出“属性工具”对话框。

Step3.在“属性工具”对话框（一）中单击图 12.5.1 所示输入区，输入文本“张三”，参照此方法输入其他属性值，结果如图 12.5.2 所示。

图 12.5.1 所示的“属性工具”对话框（一）中的选项及按钮说明如下。

- 属性 列表框：显示当前部件中定义的所有属性的标题和属性值。用户通过单击列表的列标题可以进行排序，也可以通过单击对应 值 列的单元格输入相应的属性值。
- 按钮：用于删除选定的某个属性项目。
- 按钮：用来选择当前部件中包含的组件，此时系统将该组件的属性添加到属性列表框，并更新其属性值。
- 按钮：单击此按钮，系统弹出“打开文件”对话框，用户需要选择一个外部的部件文件，此时系统将该部件的属性添加到属性列表框，并更新其属性值。

- 按钮：单击此按钮，系统将读取在 UG 安装目录下\Localization\prc\gc_tools\configuration\gc_tool.cfg 中定义的属性内容。如果对应的属性项目不存在，则自动添加。企业可以需要根据自身的情况和要求定义该配置文件，以提高制图的标准化。
- Material属性：当属性名为 Material 时，系统自动读取 NX 材料库。

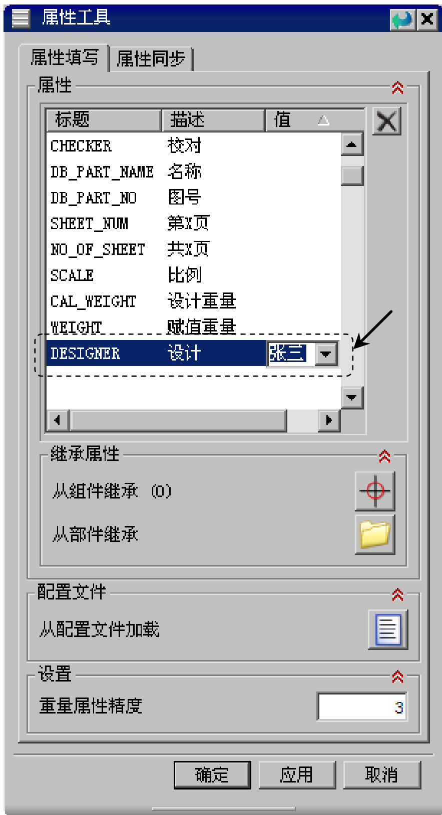


图 12.5.1　“属性工具”对话框（一）

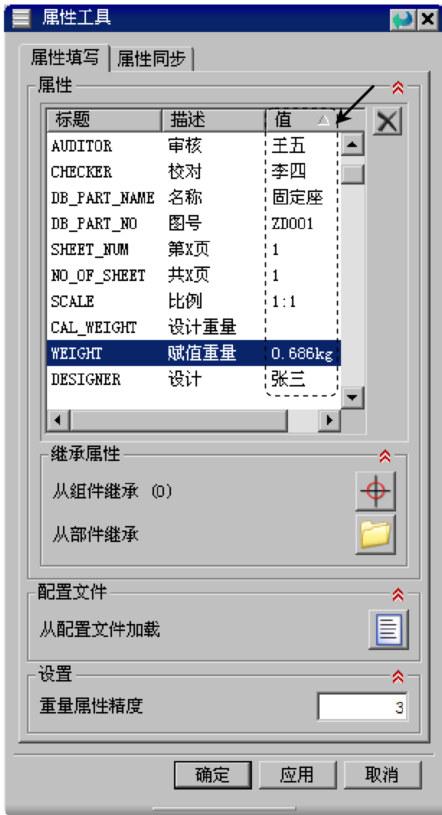


图 12.5.2　“属性工具”对话框（二）

Step4. 在“属性工具”对话框中单击 应用 按钮，此时标题栏的相关单元格内容被更新（图 12.5.3），单击 确定 按钮关闭对话框。

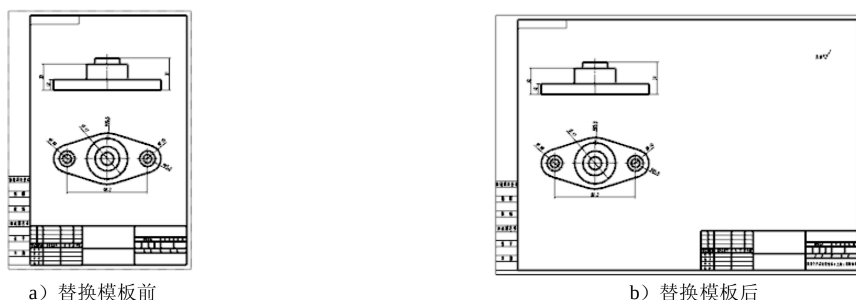
					固定座	ZD001		
						图样标记	重　量	比　例
标记	处数	更改文件号	签　字	日期			0.686kg	1:1
设　计		张三				共　1　页	第　1　页	
校　对		李四				西门子产品管理软件（上海）有限公司		
审　核		王五						
批　准								

图 12.5.3　应用属性结果

12.5.2 替换模板

使用“替换模板”命令可以轻松地对当前图纸中选定的图纸页进行模板的替换，此时模板是按照配置文件的定义中来读取。需要注意的是，可供替换的模板放置位置在 UG NX 10.0 安装目录\LOCALIZATION\PRC\simpl_chinese\startup 以及\LOCALIZATION\PRC\english\startup 两个文件夹下，用户可根据企业的标准要求，对相应的模板进行必要的修改，这样就可以十分方便地进行图档的标准化。下面以图 12.5.4 所示为例来介绍使用“替换模板”的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.02\REPLACE_TEMPLET.prt。



a）替换模板前　　b）替换模板后

图 12.5.4 替换模板

Step2. 选择下拉菜单 GC 工具箱 → 制图工具 ▸ → 替换模板... 命令，系统弹出图 12.5.5 所示的“工程图模板替换”对话框。

Step3. 在“工程图模板替换”对话框的 图纸中的图纸页 列表框中选择 A4_1 (A4 - 297 x 210) 选项，在 选择替换模板 列表框中选择 A3 - 无视图 选项，单击“显示结果”按钮，结果如图 12.5.4b 所示。

Step4. 在“工程图模板替换”对话框中单击 确定 按钮，完成模板的替换。

图 12.5.5 所示的“工程图模板替换”对话框中的选项及按钮说明如下。

- 图纸中的图纸页 列表框：显示当前部件文件中包含的所有图纸页，其名称显示图纸页编号和纸张大小。
- 选择替换模板 列表框：显示按照当前配置文件所定义的图纸模板类型，用户需要修改配置文件从而将自定义的模板添加到此列表中。
- ☑ 添加标准属性 复选框：选中该选项，如果当前部件文件中没有配置文件中定义的标准属性，此时会创建这些标准属性。
- 按钮：用来进行替换模板的预览结果显示，如果选择的模板小于当前的视图空间，系统会提示错误信息，可参看编辑图纸页的操作内容。

12.5.3　图纸拼接

使用“图纸拼接”命令可以轻松地将当前图纸中选定的多个图纸页合并成一张图纸，以便打印或者输出多种不同的格式。下面介绍使用“图纸拼接”的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.03\MERGE_DWG.prt，系统进入制图环境，在部件导航器中可以看到此文件中包含有四个图纸页。

Step2. 选择下拉菜单 GC 工具箱 ➡ 制图工具 ➡ 图纸拼接... 命令，系统弹出图 12.5.6 所示的“图纸拼接”对话框。

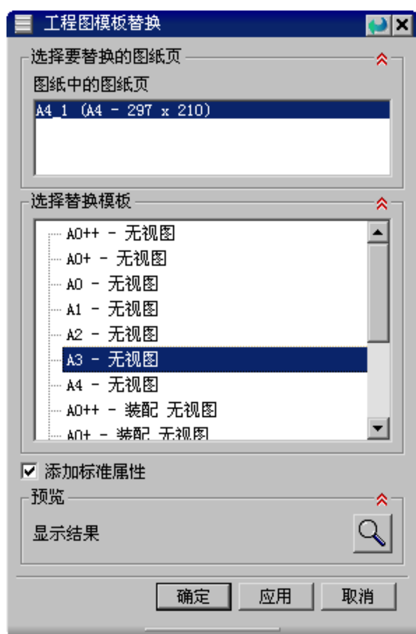


图 12.5.5　“工程图模板替换”对话框

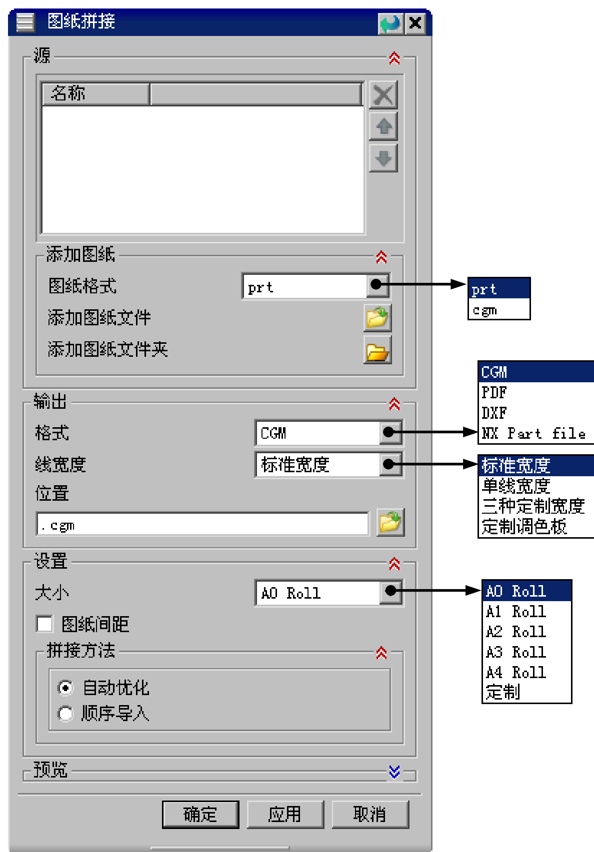


图 12.5.6　“图纸拼接”对话框

图 12.5.6 所示的“图纸拼接”对话框中相关选项说明如下。

- 自动优化 单选项：选择此项，由系统以优化的方式定义图纸拼接的顺序。
- 图纸间距 复选框：用来定义拼接图纸边缘之间的距离。
- 大小 下拉列表：定义拼接后的输出格式的滚筒规格或自定义尺寸。
- 顺序导入 单选项：选择此项，由系统以图纸页的先后顺序定义图纸拼接的顺序。

Step3. 在“图纸拼接”对话框的 图纸格式 下拉列表中选择 prt 选项，单击“添加图纸文

件”按钮，系统弹出图 12.5.7 所示的“指定文件”对话框。

Step4. 在“指定文件”对话框中选择MERGE_DWG.prt选项，单击OK按钮，系统返回到“图纸拼接”对话框。

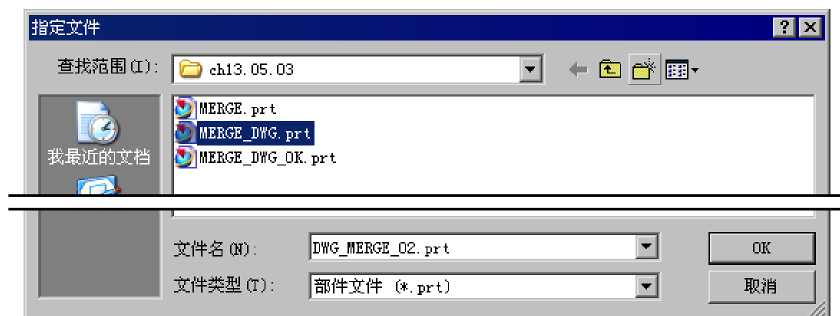


图 12.5.7 “指定文件”对话框

Step5. 在“图纸拼接”对话框输出区域的格式下拉列表中选择NX Part file选项，单击“位置”按钮，系统弹出“指定文件”对话框。

Step6. 在“指定文件”对话框文件名(N):文本框中输入文本“MERGE_DWG_OK”，单击OK按钮，系统返回到“图纸拼接”对话框。

Step7. 在“图纸拼接”对话框设置区域的大小下拉列表中选择A0 Roll选项，选中☑图纸间距复选框，展开预览区域，单击预览按钮，此时该区域显示如图 12.5.8 所示。

Step8. 在“图纸拼接”对话框中单击确定按钮，系统弹出图 12.5.9 所示的“信息”对话框，关闭此对话框。

说明：只有包含视图的图纸页才能被拼接，空白的图纸页会被忽略，用户可自行验证。

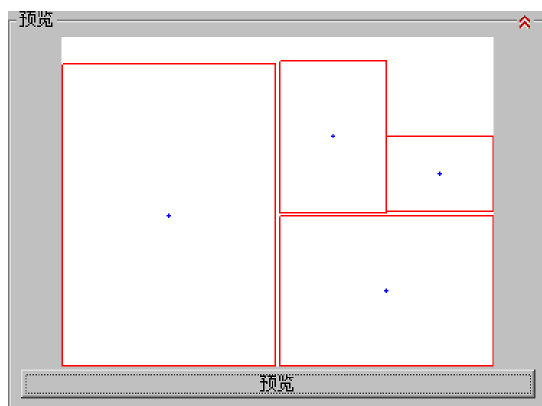


图 12.5.8 “预览”区域

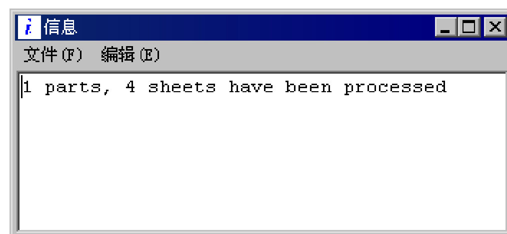


图 12.5.9 “信息”对话框

12.5.4 导出零件明细表

使用“导出零件明细表”命令可以轻松地将当前图纸中选定的零件明细表中的内容输出到 Excel 电子表格中，由此可以创建不同要求的明细表（组件明细表、标准件明细表、

外购件明细表等）。下面介绍使用“导出零件明细表”的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.04\PART_LIST.prt。

Step2. 选择下拉菜单 GC 工具箱 → 制图工具 ▸ → 导出零件明细表... 命令，系统弹出“明细表输出”对话框。

Step3. 在图 12.5.10 所示的“明细表输出”对话框（一）的 资源 区域选中 ⊙ 零件明细表 单选项，确认 * 选择明细表 (0) 被激活，在图纸上选取零件明细表。

说明：系统此时可能会弹出“消息”对话框，单击 是 按钮继续。

Step4. 在“明细表输出”对话框（一） 资源 区域的列表框中选择第一个项目，然后连续单击 按钮，将这些项目全部添加到 输出 区域的列表框中（图 12.5.11）。

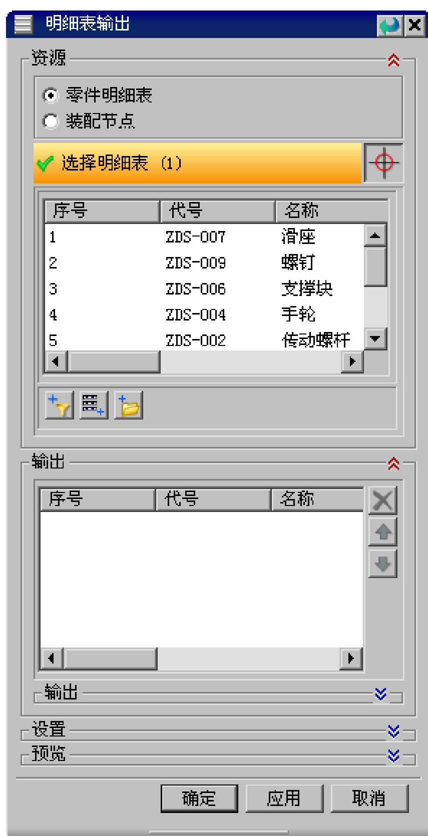


图 12.5.10　“明细表输出”对话框（一）

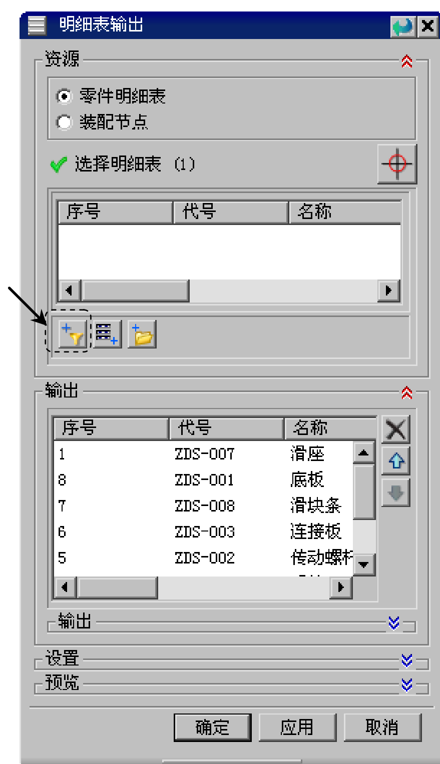


图 12.5.11　“明细表输出”对话框（二）

图 12.5.11 所示的“明细表输出”对话框（二）中的选项及按钮说明如下。

- ⊙ 零件明细表 单选项：用于定义要输出的内容是从图纸的零件明细表来选取的。
- ⊙ 装配节点 单选项：用于定义要输出的内容是从装配导航器的装配节点来选取的。
- 按钮：单击此按钮，选取零件明细表或装配节点。
- 按钮：单击此按钮，可将源内容列表中的某项添加到输出列表中。

- 按钮：单击此按钮，可在输出列表中添加一个空行标记。
- 按钮：单击此按钮，可在输出列表中添加一个换页标记。
- 按钮：单击此按钮，可将输出列表中的某个项目删除。
- 、按钮：单击此按钮，可调整输出列表中的某个项目的上下位置。
- 输出层级下拉列表：仅在选择 装配节点单选项时才会出现，包含“第一层节点”“所有零组件”“所有零件”选项。
- 输出格式下拉列表：用来设定输出的 xls 文件的模板或格式，用户可定制。
- 按原编号输出单选项：定义输出编号是按照原来明细表中的顺序号来输出。
- 自动编号单选项：定义输出编号是按顺序自动产生。
- 输出后打开文件复选框：选中该复选框后，输出完成后会自动打开表格。

☑ 模型点：通过选择模型上的一个点和一个需要对齐的视图来对齐视图。

Step5. 在“明细表输出”对话框中展开输出区域（图 12.5.12），单击此区域的按钮，系统弹出“指定文件”对话框，在文件名(N):文本框中输入名称“PartList”，单击OK按钮，系统返回到“明细表输出”对话框。

Step6. 在“明细表输出”对话框中展开设置区域（图 12.5.13），在输出格式下拉列表中选择组件明细表选项，其余采用图中所示的参数。



图 12.5.12 “输出”区域



图 12.5.13 “设置”区域

Step7. 在“明细表输出”对话框中单击确定按钮，完成明细表的输出，打开输出后的 XLS 文件（图 12.5.14 所示）。

12.5.5 装配序号排序

通过装配序号排序命令可以将装配图纸中的装配序号按照顺时针或逆时针的顺序来排列，此时需要用户指定一个初始的装配序号，系统自动按照指定的距离值来排列序号。下面介绍装配序号排序的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.05\ASSEMBLY_SUITE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 GC 工具箱 ➡ 制图工具 ▸ ➡ 装配序号排序...命令，系统弹出图 12.5.15 所示的“装配序号排序”对话框。

Step3. 在“装配序号排序”对话框中确认 * 初始装配序号 (0) 被激活，在图纸上选取图 12.5.16 所示的装配序号 6，其余参数保持不变。

Microsoft Excel - partlist.xls

序号	代　号	特性标记	名　称	重　量	数量	材　料	备　注
1	ZDS-007		滑座		2		
2	ZDS-009		螺钉		20		
3	ZDS-006		支撑块		3		
4	ZDS-004		手轮		1		
5	ZDS-002		传动螺杆		1		
6	ZDS-003		连接板		1		
7	ZDS-008		滑块条		2		
8	ZDS-001		底板		1		

图 12.5.14　导出的零件明细表

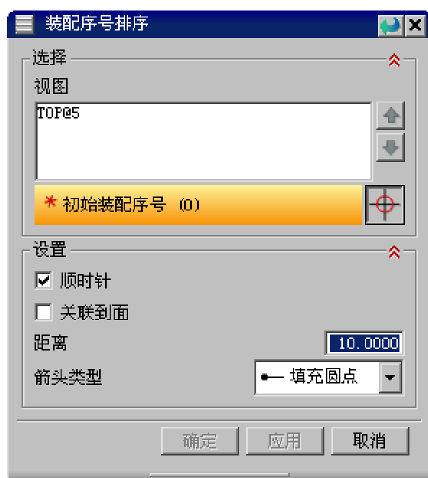


图 12.5.15　“装配序号排序”对话框

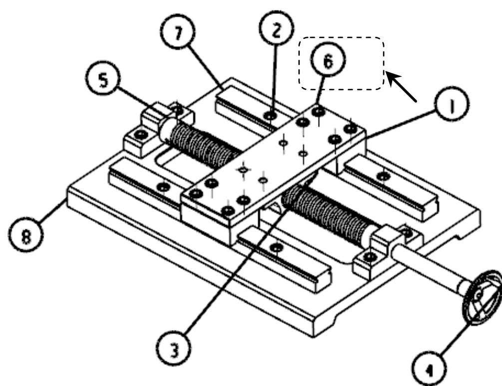


图 12.5.16　选择装配序号

Step4. 在“装配序号排序”对话框中单击 确定 按钮，结果如图 12.5.17 所示。

说明：

- 距离 文本框：用来控制装配序号和视图边界的距离。
- 图 12.5.18 所示为取消选中 □ 顺时针 复选框、距离 为 20 后的排序结果。

12.5.6　创建点坐标列表

通过创建坐标列表命令可以将当前图纸中选定的一组点的坐标输出到一个表格，这里

需要定义参考坐标系来确定原点和轴的方向，并可应用不同的表格模板，这对于某些工程制图是十分方便的。下面介绍创建坐标列表的一般操作方法。

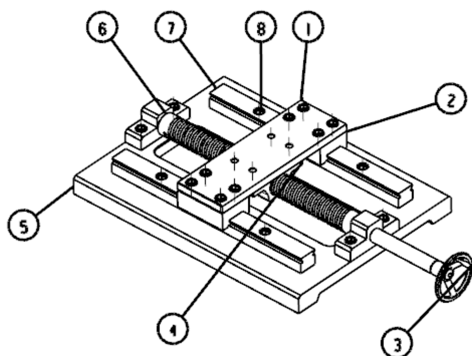


图 12.5.17　顺时针排序结果

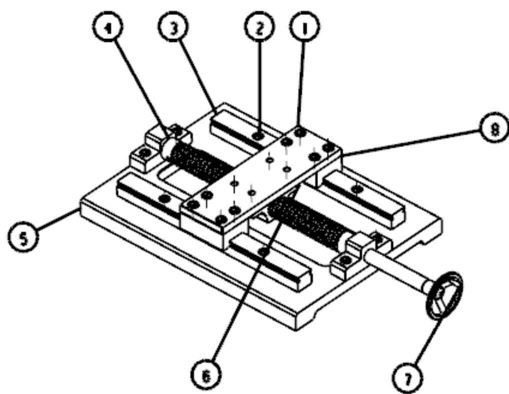


图 12.5.18　逆时针排序结果

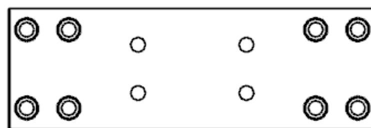
Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.06\COOR_TABLE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 GC 工具箱 ➡ 注释 ➡ 坐标列表... 命令，系统弹出图 12.5.19 所示的“坐标列表”对话框。

Step3. 在“坐标列表”对话框的 类型 下拉列表中选择 创建 选项，确认 * 扩展视图 (0) 被激活，在图样上选取图 12.5.20 所示的视图，此时进入此视图的扩展模式。



图 12.5.19　“坐标列表”对话框


图 12.5.20　选择扩展视图

Step4. 在“坐标列表”对话框中确认 * 指定 CSYS 被激活，单击 按钮，系统弹出“CSYS”对话框，在“CSYS”对话框的 类型 下拉列表中选择 原点，X 点，Y 点 选项，此时对话框如图 12.5.21 所示。

Step5. 在图样上依次选取图 12.5.22 所示的点 1、点 2 和点 3（均为圆的圆心），此时系统创建图 12.5.22 所示的坐标系，在“CSYS”对话框中单击 确定 按钮，系统返回到“坐标列表”对话框。

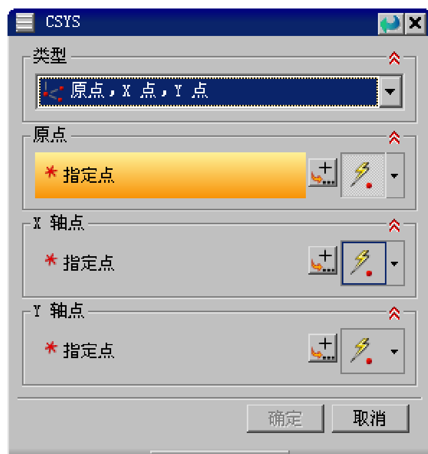


图 12.5.21　“CSYS”对话框

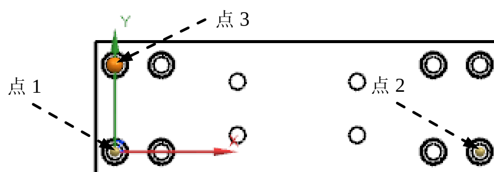


图 12.5.22　定义坐标系

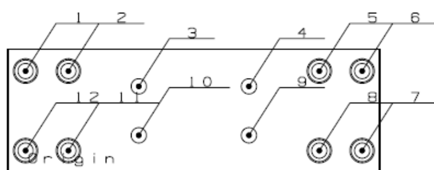
Step6. 此时系统自动选中了图样上的唯一视图，在“坐标列表”对话框中展开选择点区域，选中捕捉点单选项，确认捕捉点右侧的下拉列表中选择选项，在图样上捕捉所有圆边的圆心点。

说明：点的坐标值和先后顺序分别取决于选取的点和顺序，可以单击或按钮来调整顺序。

Step7. 在“坐标列表”对话框中单击“光标位置”按钮，然后在图纸上单击视图右侧的合适位置以指定表格放置位置。

Step8. 在“坐标列表”对话框中单击确定按钮，完成坐标列表的创建，结果如图 12.5.23 所示。

说明：创建坐标列表后，读者可参照前面章节的操作方法，自行调整表格的样式等。



ID	X	Y	Z
1	0,409	130,862	-
2	69,974	128,925	-16,791
3	185,340	105,449	-2,146
4	365,273	104,886	-7,021
5	480,231	129,362	-13,000
6	550,205	129,144	-14,896
7	550,205	-	-
8	480,231	0,219	1,896
9	365,273	25,413	2,146
10	185,340	25,976	7,021
11	70,383	1,499	13,000
12	0,409	1,718	14,896

图 12.5.23　坐标列表

12.5.7 添加技术要求

技术要求是工程图中非常重要的技术参数。在 UG NX 10.0 中可以方便地从技术要求库中提取相关的技术条目，此时系统能自动处理每行的序号，并过滤掉空白行，这种方式方便了技术要求的填写，避免了许多重复的劳动。下面介绍从技术要求库中添加技术要求的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.07\TECHNICAL_NOTE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 GC 工具箱 ➡ 注释 ▸ ➡ 技术要求库 命令，系统弹出图 12.5.24 所示"技术要求"对话框。

Step3. 在"技术要求"对话框中单击 * 指定位置，在图纸上单击图 12.5.25 所示的放置位置，系统自动激活 * 指定终点，在图纸上单击图 12.5.25 所示的终点位置。

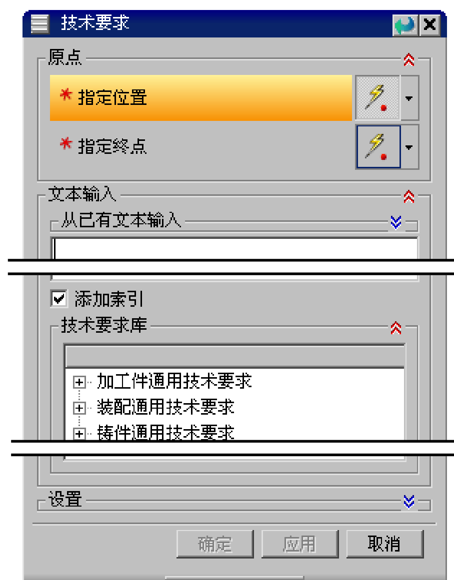


图 12.5.24 "技术要求"对话框

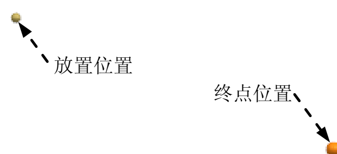


图 12.5.25 定义位置

图 12.5.24 所示的"技术要求"对话框中的选项及按钮说明如下。

- 原点 区域：用来定义技术要求的标注范围。用户需要指定两个点来定义一个矩形区域，技术要求的文本将不会超出此范围，当技术要求的某个条目文本长度超出终止位置时，系统会对该条目文本进行换行。
- 从已有文本输入 区域：在此区域单击 按钮，可以选择要编辑的注释文本，此时用户可以删除文本或添加新的文本。如果选中 ☐ 替换已有技术要求 复选框，则会替换掉已经存在的技术要求。
- ☑ 添加索引 复选框：系统默认第一行的文本为"技术要求"，第二行如果是空行或

第一个字符是空格，则被忽略。

- 技术要求库区域：显示当前配置文件中定义的技术要求分类和各个条目，双击某个条目即可添加到文本输入区。
- 设置区域：用来控制文本的字体，默认为中文仿宋 chinese_fs。

Step4. 在“技术要求”对话框的技术要求库区域中展开加工件通用技术要求节点，此时技术要求库区域如图 12.5.26 所示，分别双击“人工时效处理”和“未注圆角半径 R5”条目，将其添加到文本输入区中（图 12.5.27）。

说明：读者可打开 12.5.1 小节所述的配置文件，添加自定义的技术要求条目。

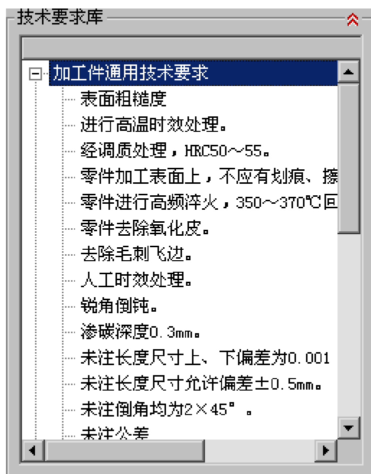


图 12.5.26 “技术要求库”区域

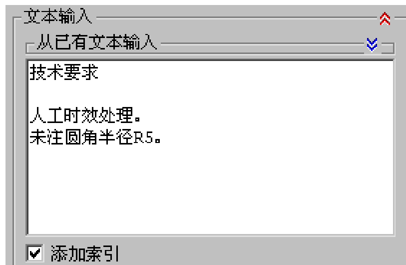


图 12.5.27 文本输入区

Step5. 在“技术要求”对话框中单击确定按钮，完成技术要求的添加，结果如图 12.5.28 所示。

技术要求

1、人工时效处理。
2、未注圆角半径R5。

图 12.5.28 输入技术要求

12.5.8 创建网格线

网格线是某些工程制图中常见的制图元素，在 UG NX 10.0 中可以方便地添加坐标网格线，并且能够添加相应的坐标数值，而且编辑、删除也十分方便。下面介绍在图纸视图上添加网格线的一般操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.08\GRID_LINE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 GC 工具箱 → 注释 ▸ → 网格线... 命令，系统弹出图 12.5.29 所示“网格线”对话框。

Step3. 在“网格线”对话框的 类型 下拉列表中选择 创建 选项，单击 * 选择视图 (0)，在图纸上选择图 12.5.30 所示的视图，系统自动激活 * 指定光标位置，在图纸上依次单击图 12.5.30 所示的位置 1 和位置 2。

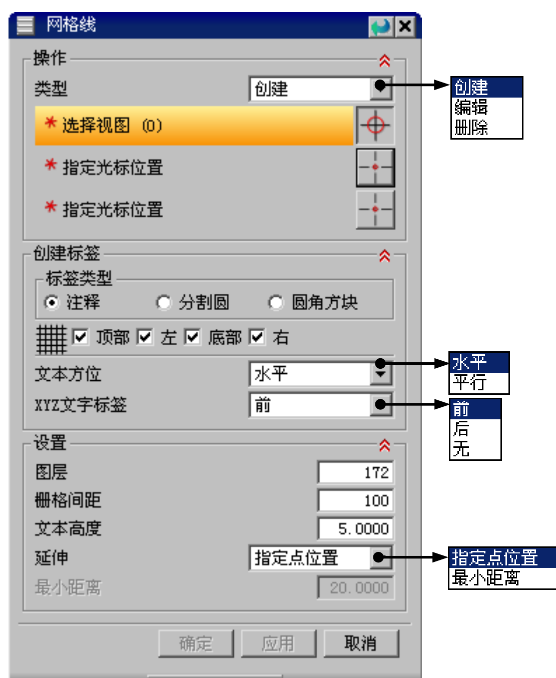


图 12.5.29 “网格线”对话框

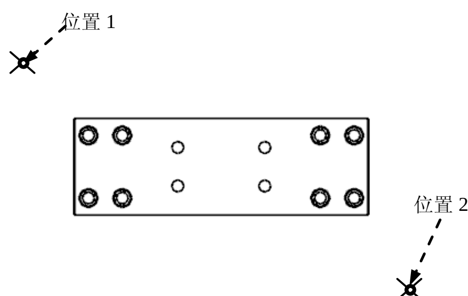
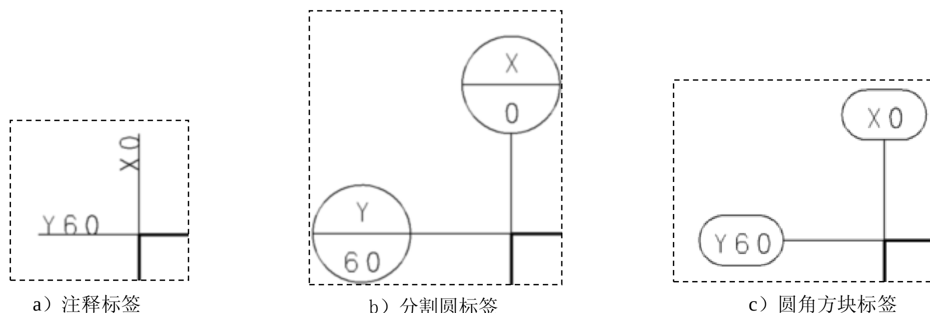


图 12.5.30 定义位置

图 12.5.29 所示的“网格线”对话框中的选项及按钮说明如下。

- 类型 下拉列表：用来选择操作类型，包括“创建”“编辑”“删除”选项。
- * 选择视图 (0)：用来选择要添加网格线的视图。
- * 指定光标位置：用来设置网格线的标注范围，用户需要选取矩形区域的两个对角点。
- 标签类型 区域：用来设置坐标标签的样式，包括 ⊙ 注释、○ 分割圆 和 ○ 圆角方块 选项，其生成样式分别如图 12.5.31a、b、c 所示。



a）注释标签　b）分割圆标签　c）圆角方块标签

图 12.5.31 标签类型

- ☑ 顶部、☑ 左、☑ 底部、☑ 右复选框：用来定义标签的标注位置。
- 文本方位下拉列表：用来定义标签的文字方位，选择水平选项时，文本始终与图纸的水平方向一致；选择平行选项时，文本与坐标线的方向平行。
- XYZ文字标签下拉列表：用来定义标签中 XYZ 的出现位置。
- 图层文本框：用来定义网格线放置到的图层。注意如果该图层已经设置了不可见，那么创建网格线后，网格线同样会不可见。
- 栅格间距文本框：用来定义网格线与线的间距。
- 文本高度文本框：用来定义标签中标注文本的字体高度。
- 延伸下拉列表：用来定义网格线的标注范围。当选择指定点位置选项时，网格线只会在前面指定两点的范围内来产生；当选择最小距离选项时，网格线文字和网格线之间的距离不会小于所指定的最小距离。
- 最小距离文本框：仅在延伸类型为最小距离选项时可用，用来定义标签文字和网格线的最小距离值。

Step4. 在“网格线”对话框的创建标签区域中选择◉ 注释单选项，取消选中☐ 底部和☐ 右复选框，在文本方位下拉列表中选择平行选项，在XYZ文字标签下拉列表中选择前选项。

Step5. 在“网格线”对话框的设置区域中设置图 12.5.32 所示的参数。

Step6. 在“网格线”对话框中单击确定按钮，完成网格线的创建，结果如图 12.5.33 所示。

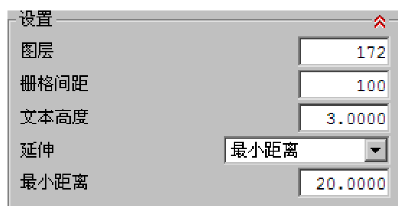


图 12.5.32　“设置”区域

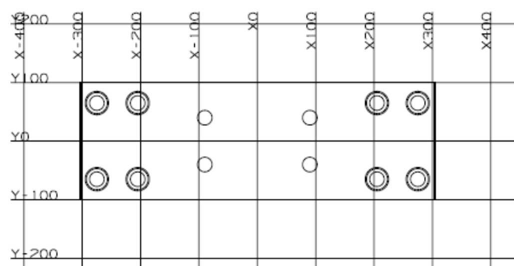
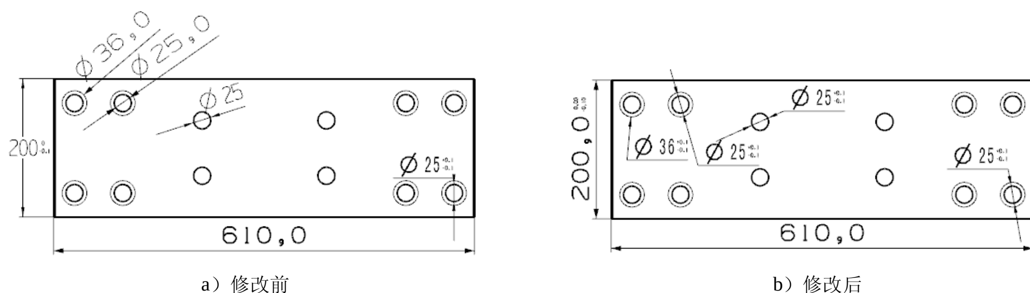


图 12.5.33　创建网格线

12.5.9　尺寸标注样式

1. 匹配样式

GC 工具箱中提供了针对尺寸标注中的常见形式进行快速设置的工具，用户可通过单击“尺寸标注样式-GC 工具箱”工具条中的相应样式按钮来快速设置尺寸样式。如果需要批量地修改尺寸标注样式，可以使用“匹配样式”命令来完成。使用匹配样式命令可以方便地选择一个基准尺寸样式，然后将其他的多个尺寸统一成相同的尺寸标注样式和公差标注。下面以图 12.5.34 所示为例来介绍使用“匹配样式”命令的一般操作方法。



a）修改前　　　　b）修改后

图 12.5.34　匹配样式

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.09\MATCH_STYLE.prt。

Step2. 选择下拉菜单 GC 工具箱 → 注释 ▸ → 匹配样式... 命令，系统弹出图 12.5.35 所示的“匹配样式”对话框。

Step3. 在“匹配样式”对话框中确认 工具对象 区域的 * 选择对象 (0) 被激活，在图样上选择尺寸 610，系统自动激活 目标对象 区域的 * 选择对象 (0)，在图样上选择尺寸 200。

Step4. 在“匹配样式”对话框中选中 ☑ 不改变尺寸公差形式与等级 复选框，单击 应用 按钮，结果如图 12.5.36 所示。

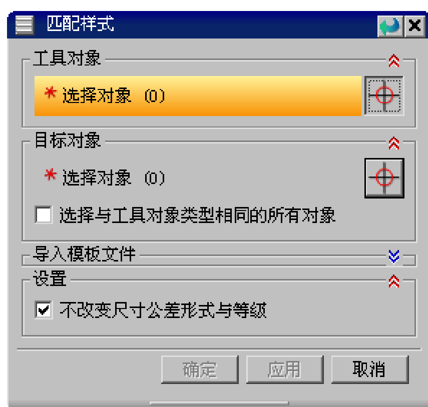


图 12.5.35　“匹配样式”对话框

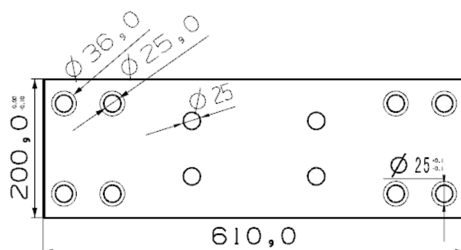
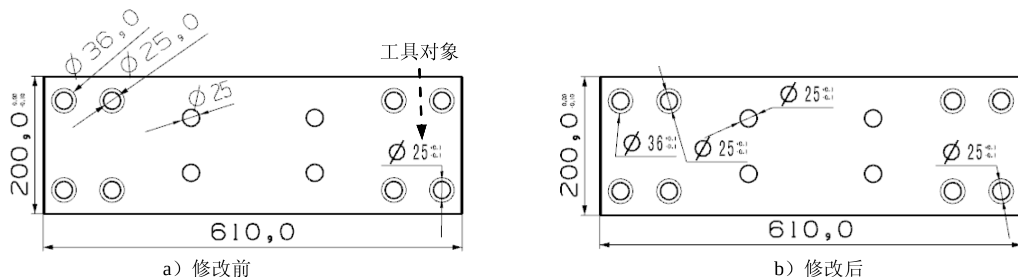


图 12.5.36　改变长度尺寸

Step5. 在“匹配样式”对话框中确认 工具对象 区域的 * 选择对象 (0) 被激活，在图样上选择图 12.5.37a 所示的直径尺寸 25，系统自动激活 目标对象 区域的 * 选择对象 (0)，在图样上选择其余 3 个直径尺寸，取消选中 ☐ 不改变尺寸公差形式与等级 复选框，单击 确定 按钮，结果如图 12.5.37b 所示。



a）修改前　　　　b）修改后

图 12.5.37　修改直径尺寸

2. 样式继承

使用样式继承命令可以选择一个尺寸样式作为默认的尺寸标注样式，然后后续的标注将按照此样式进行标注。选择下拉菜单 GC 工具箱 → 尺寸 ▸ → 尺寸标注样式 ▸ → 样式继承命令，系统弹出图 12.5.38 所示“样式继承”对话框，在图样上选取某个合适的尺寸，单击 确定 按钮，即可完成尺寸样式的设置，此时可选取“尺寸标注”命令继续进行标注。

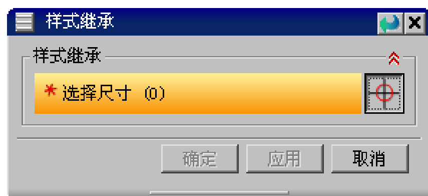


图 12.5.38 “样式继承”对话框

3. 尺寸标注样式

图 12.5.39 所示的“尺寸标注样式-GC 工具箱”工具条的样式命令按钮较多，但其使用方法是一致的。其一般操作方法如下。在使用尺寸标注命令前，首先在“尺寸标注样式”工具条中单击某个样式按钮使其处于按下状态，即设置为此种类型的尺寸标注样式，然后选取尺寸标注命令（比如自动判断的尺寸、圆柱尺寸等），此时所选标注命令的样式将与被激活的尺寸样式一致，用户依次选取合适的制图对象即可开始标注尺寸，再次单击该样式按钮即可取消其标注状态。



图 12.5.39 “尺寸标注样式-GC 工具箱”工具条

4. 半径-直径文本方位

半径-直径文本方位是用来控制尺寸文本的两种状态：水平和平行。图 12.5.40 所示为水平和平行的标注结果。

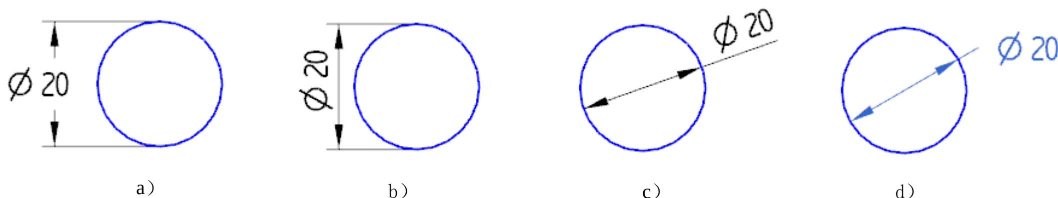


图 12.5.40 半径-直径文本方位

5. 尺寸线箭头位置

尺寸线箭头位置是用来控制标注半径或直径尺寸时箭头的两种状态：向内和向外。图 12.5.41 所示为向内和向外的标注结果。

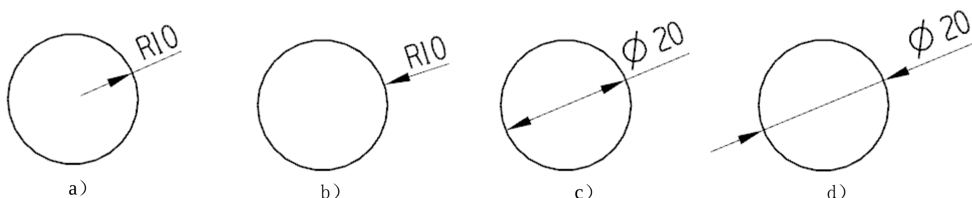


图 12.5.41　尺寸箭头位置

6. 尺寸标注示例

下面通过一个例子来介绍使用“尺寸标注样式-GC 工具箱”的具体操作方法。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.09\DIMENSION_STYLE.prt。

Step2. 首先确认图 12.5.39 所示的“尺寸标注样式-GC 工具箱”工具条已经显示在软件界面中，如果该工具条未显示出来，用户可以选择下拉菜单 工具(T) → 定制(Z)... Ctrl+1 命令，系统弹出图 12.5.42 所示的“定制”对话框。在该对话框中勾选如图所示的选项即可显示此工具条。

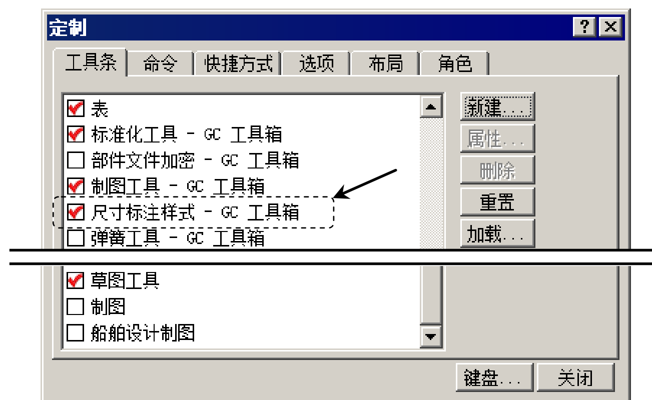


图 12.5.42　“定制”对话框

Step3. 在“尺寸标注样式-GC 工具箱”工具条中单击 按钮，然后选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 快速(P)... 命令，系统弹出“快速尺寸”对话框。

Step4. 标注主视图尺寸。

（1）在图纸中依次选取图 12.5.43 所示的点 1 和点 2，然后选取合适位置放置该尺寸，结果如图 12.5.43 所示。

（2）参照步骤（1）的操作方法，选取合适引出点，标注如图 12.5.44 所示的其余尺寸。

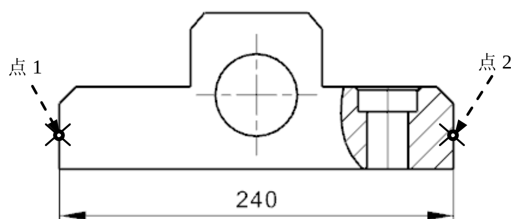


图 12.5.43　标注一般尺寸（一）

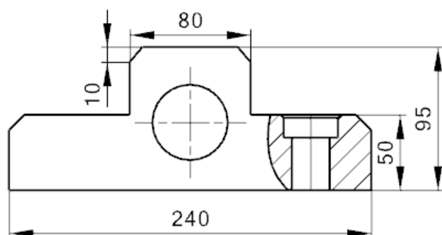


图 12.5.44　标注一般尺寸（二）

（3）在“尺寸标注样式-GC 工具箱”工具条中单击“参考”按钮，使其处于按下状态，然后单击“尺寸”工具条中的按钮，选取主视图中的中心标记和边线，选取合适位置放置该尺寸，结果如图 12.5.45 所示。

（4）在“尺寸标注样式-GC 工具箱”工具条中单击按钮，选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 倒斜角(C)... 命令，然后选取图 12.5.46 所示的边线，选取合适位置放置该尺寸，结果如图 12.5.46 所示。

说明：若标注的不符合图中显示的结果，可通过编辑的方式进行操作。

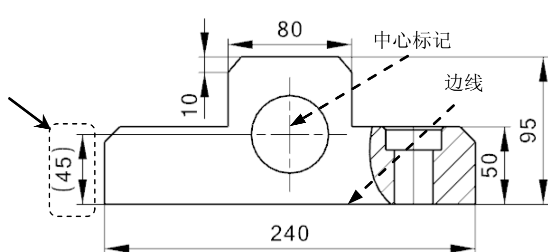


图 12.5.45　标注参考尺寸

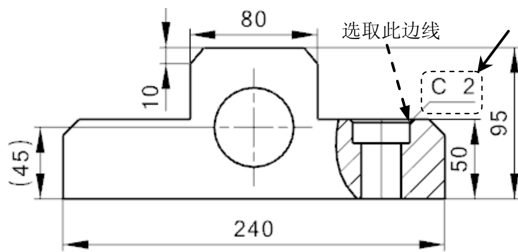


图 12.5.46　标注倒斜角尺寸

Step5. 标注俯视图尺寸。

（1）在“尺寸标注样式-GC 工具箱”工具条中单击按钮，然后选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 快速(P)... 命令。

（2）在图纸中参照前面的操作方法，选取合适引出点，标注如图 12.5.47 所示的一般尺寸。

（3）在“尺寸标注样式-GC 工具箱”工具条中单击“单向正公差”按钮，使其处于按下状态，然后单击“尺寸”工具条中的按钮，选取图 12.5.48 所示的两个中心标记，1~2s 后，在弹出的工具条中单击按钮，然后单击靠近尺寸文本的按钮，在系统弹出的“尺寸编辑”界面公差文本框中输入值 0.1，再次单击按钮，选取合适位置放置该尺寸，结果如图 12.5.48 所示。

（4）在“尺寸标注样式-GC 工具箱”工具条中单击、和按钮使其处于按下状态，然后选择下拉菜单 插入(S) → 尺寸(M) → 径向(R)... 命令，在系统弹出“径向尺寸”对话框 测量 区域的 方法 下拉列表中选择 直径 选项，在俯视图中选取图 12.5.49 所

示的圆边线（沉头孔的通孔直径），选取合适位置放置该尺寸，结果如图 12.5.49 所示。

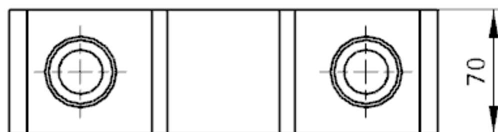


图 12.5.47　标注一般尺寸

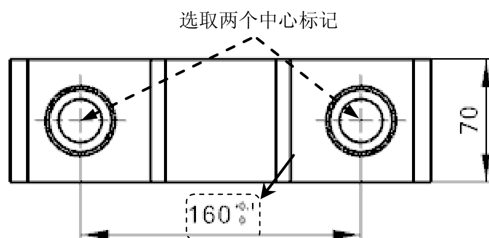


图 12.5.48　标注单向正公差尺寸

Step6.修改直径尺寸。选择下拉菜单 GC 工具箱 ➡ 尺寸 ➡ 尺寸线下注释... 命令，系统弹出“尺寸线下注释”对话框。选取刚刚标注的直径尺寸，在 之前 文本框中输入值“2×”，在 之后 文本框中输入“通孔”，　在 下面 文本框中输入“<#B>11<#D>15”（在字符前加三个空格），其余采用默认参数，单击 确定 按钮，结果如图 12.5.50 所示。

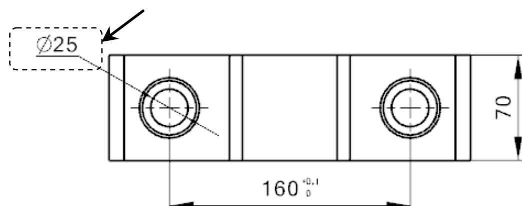


图 12.5.49　标注直径尺寸

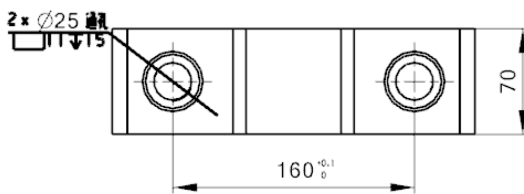
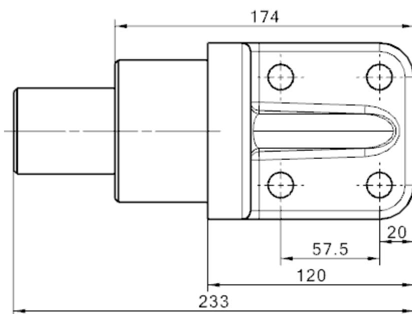


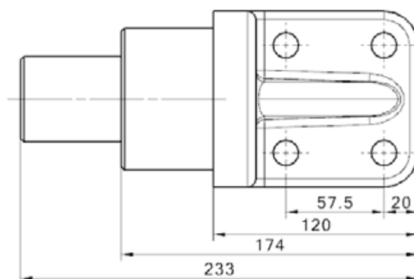
图 12.5.50　修改直径尺寸

12.5.10　尺寸排序

如果图样上标注的尺寸放置太凌乱，没有很好的层次，就对识图、读图造成很大的障碍，因此应避免出现这种情况。GC 工具箱中提供了针对尺寸位置的排序命令，用户可方便地快速设置相关尺寸的放置位置，从而使图样尺寸标注排列整齐。下面以图 12.5.51 所示为例来介绍尺寸排序的一般操作过程。



a）排序前



b）排序后

图 12.5.51　排序尺寸

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch12.05.10\DIMENSION_ARRAY.prt。

Step2. 选择下拉菜单 GC 工具箱 ➡ 尺寸 ▸ ➡ 尺寸标注排序... 命令，系统弹出图 12.5.52 所示的“尺寸排序”对话框。

Step3. 在“尺寸排序”对话框中确认 基准尺寸 区域的 * 选择尺寸 (0) 被激活，在图样上选择尺寸 20，系统自动激活 对齐尺寸 区域的 * 选择尺寸 (0)，在图样上选择尺寸 57.5。

Step4. 在“尺寸排序”对话框中 尺寸间距 文本框中输入值 0，单击 应用 按钮，结果如图 12.5.53 所示。

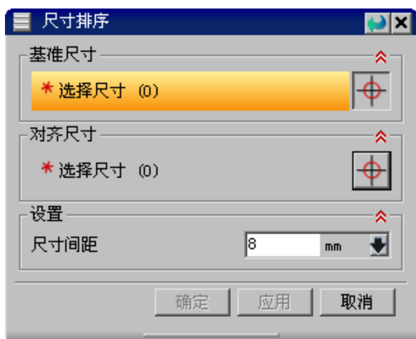


图 12.5.52 “尺寸排序”对话框

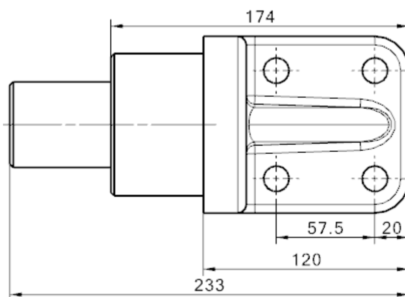


图 12.5.53 排序尺寸

Step5. 在“尺寸排序”对话框中确认 基准尺寸 区域的 * 选择尺寸 (0) 被激活，在图样上选择尺寸 20，系统自动激活 对齐尺寸 区域的 * 选择尺寸 (0)，在图样上选择尺寸 120、174、233，在 尺寸间距 文本框中输入值 8，单击 确定 按钮，结果如图 12.5.51b 所示。

第 13 章 产品的有限元分析

13.1 有限元分析概述

在现代先进制造领域中，我们经常会碰到的问题是计算和校验零部件的强度、刚度以及对机器整体或部件进行结构分析等。

一般情况下，我们运用力学原理已经得到了它们的基本方程和边界条件，但是能用解析方法求解的只是少数方程，性质比较简单，边界条件比较规则的问题。绝大多数工程技术问题很少有解析解。

处理这类问题通常有两种方法：

一种是引入简化假设，使达到能用解析解法求解的地步，求得在简化状态下的解析解，这种方法并不总是可行的，通常可能导致不正确的解答。

另一种途径是保留问题的复杂性，利用数值计算的方法求得问题的近似数值解。

随着电子计算机的飞跃发展和广泛使用，已逐步趋向于采用数值方法来求解复杂的工程实际问题，而有限元法是这方面的一个比较新颖并且十分有效的数值方法。

有限元法（Finite Element Analysis）是根据变分法原理来求解数学物理问题的一种数值计算方法。由于工程上的需要，特别是高速电子计算机的发展与应用，有限元法才在结构分析矩阵方法基础上，迅速地发展起来，并得到越来越广泛的应用。

13.1.1 有限元 CAE 设计的优势

UG NX 10.0 是一套 CAD/CAM/CAE 一体化的高端工程软件，它的功能覆盖从概念设计到产品生产的整个过程。其高级仿真模块包含 NX 前、后处理和 NX Nastran 求解三个基本组成部分，在该模块中可以完成有限元分析。

NX Nastran 源于有限元软件 MSC.Nastran，通过多年的发展和版本的不断升级，也集成了其他优秀的有限元分析软件，其分析种类越来越多，解算功能也越来越强。

13.1.2 进入运动仿真模块

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch13.01\PART_ANALYSIS_sim1.sim。

Step2. 进入高级仿真模块。选择 启动 → 高级仿真(V)... 命令，进入高级仿真模

块；在仿真导航器窗口中右击结果，在弹出的快捷菜单中选择打开命令，系统切换至“后处理导航器”界面，在后处理导航器中右击位移 - 节点的，在弹出的快捷菜单中选择绘图命令，切换至仿真导航器，高级仿真界面如图 13.1.1 所示。

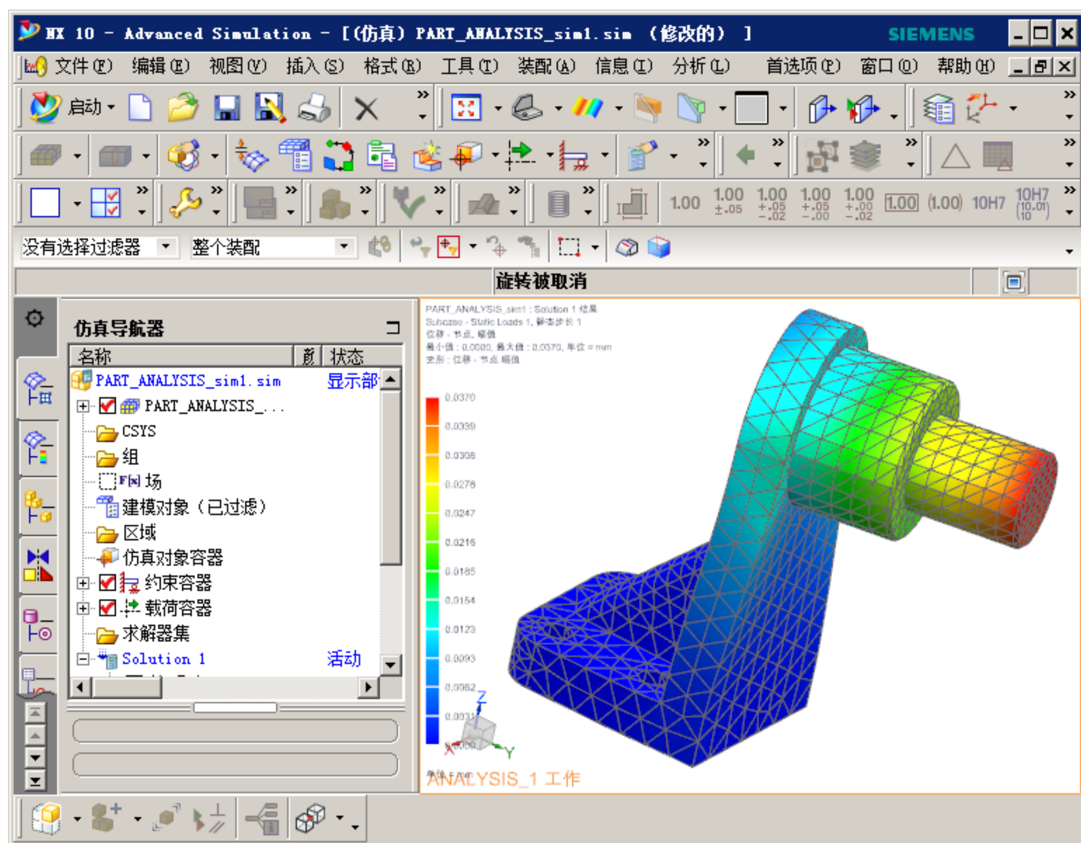


图 13.1.1　UG NX10.0 高级仿真界面

13.1.3　高级仿真模块中工具栏介绍

在高级仿真模块中，主要包括图 13.1.2 所示的“高级仿真”工具条和图 13.1.3 所示的“后处理”工具条，下面具体介绍工具条中命令按钮的作用。

图 13.1.2 所示“高级仿真”工具条中各按钮的说明如下。

- A1（激活网格划分）：通过将 FEM 文件设为工作部件来启用网格划分命令。
- A2（激活仿真）：通过将 SIM 文件设为工作部件来启用仿真命令。
- A3（返回仿真）：退出分析活动并返回仿真模型视图。
- A4（更改显示部件）：列出所有已加载的部件并将显示部件更改为指定的一个部件。

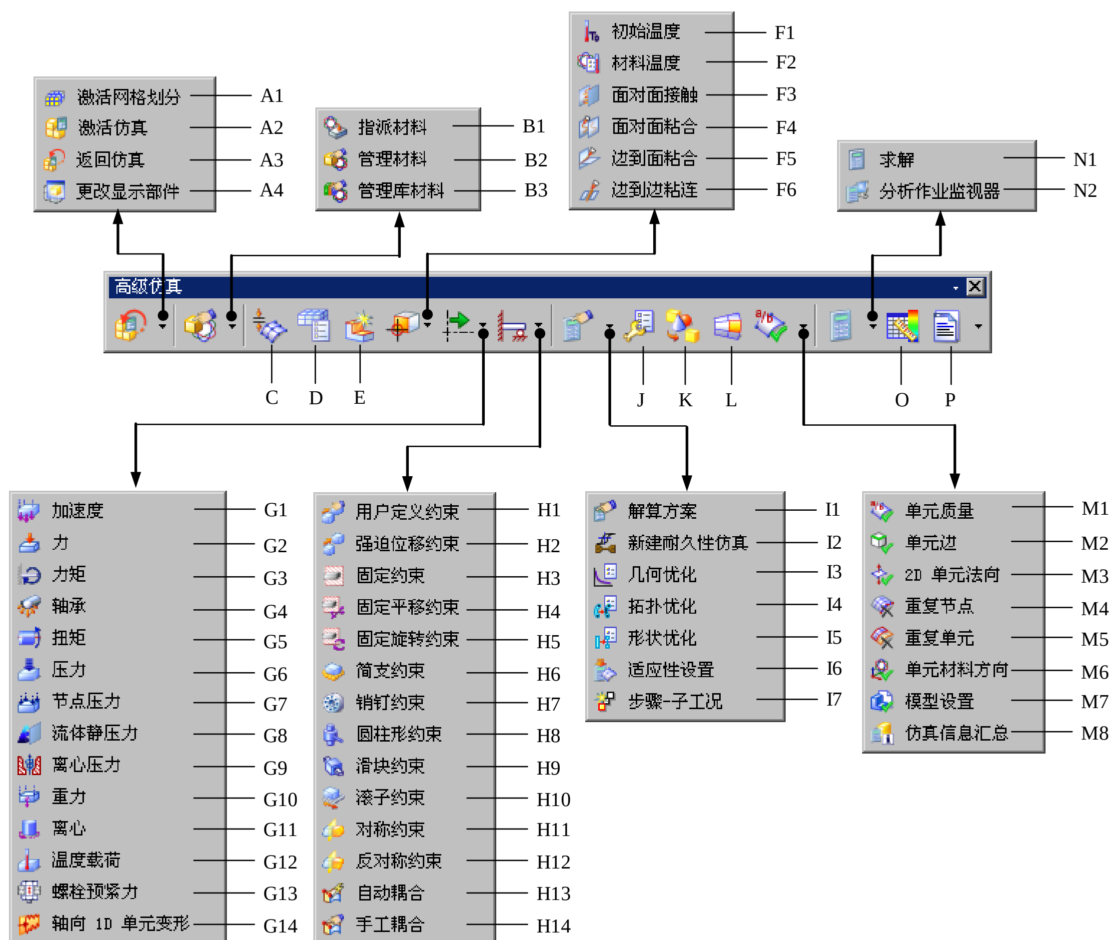


图 13.1.2 “高级仿真”工具条

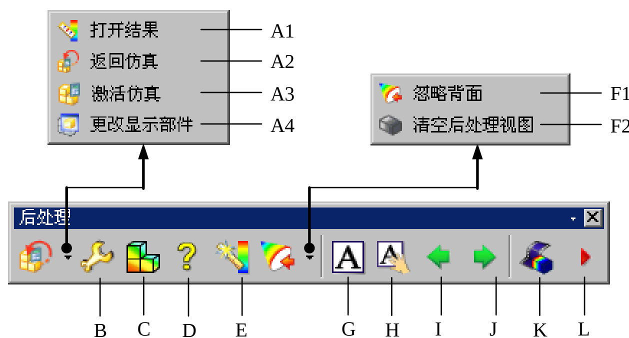


图 13.1.3 “后处理”工具条

- B1（指派材料）：创建材料并将其指派给体。
- B2（管理材料）：定义并管理材料。
- B3（管理库材料）：管理库材料定义（导出、编辑和删除）。
- C（物理属性）：创建、修改并列出物理属性表。

- D（建模对象）：创建 CAE 相关数据对象。
- E（仿真区域）：创建由同构几何/FEM 对象和关联参数组成的 CAE 区域对象。
- F1（初始温度）：用于定义初始温度。
- F2（材料温度）：用于定义材料温度。
- F3（面对面接触）：用于定义两个曲面件的接触。
- F4（面对面粘合）：用于连结两个曲面。
- F5（边到面粘合）：用于连结一条边和一个曲面。
- F6（边到边粘连）：用于连结两条边。
- G1（加速度）：用于施加加速度载荷。
- G2（力）：用于施加力载荷。
- G3（力矩）：用于施加力矩载荷。
- G4（轴承）：应用一个径向轴承载荷，以仿真加载条件，如滚子轴承、齿轮、凸轮和滚轮。
- G5（扭矩）：用于对圆柱的法向轴应用扭矩载荷。
- G6（压力）：用于施加压力载荷。
- G7（节点压力）：在节点处应用压力载荷。
- G8（流体静压力）：应用流体静压力载荷以仿真每个深度静态液体处的压力。
- G9（离心压力）：对旋转容器应用一个放射状变化的离心压力载荷。
- G10（重力）：对整个模型应用重力载荷（平移加速度载荷）。
- G11（离心）：对整个模型应用离心载荷（在部件绕轴旋转时生成的）。
- G12（温度载荷）：应用温度载荷。
- G13（螺栓预紧力）：在螺栓或紧固件中定义拧紧力或长度调整。
- G14（轴向 1D 单元变形）：定义静力学问题中使用的一维单元的强制轴向变形。
- H1（用户定义约束）：在任何单独的六个自由度上应用固定、自由或集位移值约束。
- H2（强迫位移约束）：在任何单独的六个自由度上应用集位移值约束。
- H3（固定约束）：在所有六个自由度都固定处施加约束。
- H4（固定平移约束）：在所有平移自由度已固定且所有旋转自由度未固定的位置处应用一个约束。
- H5（固定旋转约束）：在所有旋转自由度已固定且所有平移自由度未固定的位置处应用一个约束。
- H6（简支约束）：在 Z 轴平移未固定，而所有其他五个自由度都固定处施加一个

约束。

- H7（销钉约束）：在圆柱 CSYS 的 theta（旋转）方向是未固定，而所有其他五个自由度都固定处施加一个约束。
- H8（圆柱形约束）：在任何圆柱方向（径向增长（R）、轴向旋转（theta）和轴向增长（Z））处应用固定、自由或集自由值约束。
- H9（滑块约束）：在 X 轴平移未固定，而所有其他五个自由度都固定处施加一个约束。
- H10（滚子约束）：在滚子轴的平移和旋转自由度未固定，而所有其他五个自由度都固定处施加一个约束。
- H11（对称约束）：对平的面应用一个对称约束，当部件是对称的且包含对称支撑和加载条件时可以使用此约束。
- H12（反对称约束）：对平的面应用一个反对称约束，当部件是对称的且包含反对称支撑和加载条件时可以使用此约束。
- H13（自动耦合）：对模型应用自动耦合。
- H14（手工耦合）：对模型应用手动耦合。
- I1（解算方案）：新建一种解算方案，以定义解算方案器、分析类型和和解算方案类型。
- I2（新建耐久性仿真）：创建耐久性仿真。
- I3（几何优化）：指定优化解算方案的目标、约束、变量和收敛准则。
- I4（拓扑优化）：创建拓扑优化解决方案并指定设计面积、限制面积、设计响应、目标、约束、停止条件及控制参数。
- I5（形状优化）：创建形状优化解决方案并指定设计面积、限制面积、设计响应、目标、约束、停止条件及控制参数。
- I6（适应性设置）：指定自适应分析的网格细化参数。
- I7（步骤-子工况）：创建一个步骤或子工况，以存储诸如载荷、约束和仿真对象这样的解算方案对象。
- J（网格相关数据）：为网格中的单元定义各种属性。
- K（仅显示）：仅显示选定多边形几何体和关联的仿真对象。
- L（显示相连的）：显示与选定多边形面和边相邻的所有多边形面。
- M1（单元质量）：用于检测由于过度扭曲而无法得出较佳分析结果的单元。
- M2（单元边）：用于显示自由单元边。
- M3（2D 单元法向）：用于显示 2D 单元法向并允许其反向。

- M4（重复节点）：用于检测及合并重复节点。
- M5（重复单元）：用于检测并删除重复单元。
- M6（单元材料方向）：在图形窗口中显示 2D 或 3D 单元的材料方向。
- M7（模型设置）：请确认该模型包含分析的所有内容，包括单元、载荷、约束、载荷及材料。
- M8（仿真信息汇总）：用于列出仿真文件的汇总。
- N1（求解）：格式化有限元模型为一个输入文件，将其提交到计算结果的求解器。
- N2（分析作业监视器）：监视分析结果的进度。
- O（结果测量）：创建、更新和列出结果测量对象。
- P（创建报告）：生成仿真报告并在仿真导航器中将其显示为一个节点。

图 13.1.3 所示“后处理”工具条中各按钮的说明如下。

- A1（打开结果）：显示后处理导航器的结果选择命令。
- A2（返回仿真）：退出分析活动并返回仿真模型视图。
- A3（激活仿真）：通过将 SIM 文件设为工作部件来启用仿真命令。
- A4（更改显示部件）：列出所有已加载的部件并将显示部件更改为指定的一个部件。
- B（编辑后处理视图）：用于控制选定视图中结果的显示。
- C（设置结果）：用于编辑在选定视图中显示的结果数量。
- D（标识结果）：显示选定视图的节点和单元信息。
- E（结果操控）：从现有结果创建新的结果。
- F1（忽略背面）：沿小平面法向的正向只渲染曲面一侧的着色。这样可改进图形效果，但可能导致曲面的渲染不正确。但是，在同时显示壳单元的顶部和底部结果时打开该属性，这非常重要，因为这将允许对单元两侧的结果进行渲染。
- F2（清空后处理视图）：如果打开，则在随后创建后处理视图时隐藏有限元模型。此选项在后处理作为整体显示时非常耗时的大模型时尤其有用。一旦创建后处理视图，即可显示所需网格或网格组。
- G（新建注释）：在选定的视图中创建所需对象的注释。
- H（拖动注释）：在选定的视图中重定位注释。
- I（上一模态/迭代）：在显示视图中显示上一迭代。
- J（下一模态/迭代）：在显示视图中显示下一迭代。
- K（动画）：动画演示结果显示，以更好地对模型如何响应特定解算方案可视化。
- L（播放）：在选定后处理视图中播放动画。

13.1.4 UG NX 10.0 有限元分析流程

UG NX 10.0 高级仿真和其他有限元分析软件操作上基本一致，主要分为前处理、求解和后处理三大步骤，还可以完成结构优化、疲劳耐久预测等分析任务，其一般操作流程如下。

（1）创建主模型或者导入三维模型。

（2）进入高级仿真模块。选择下拉菜单 启动 → 高级仿真(V)... 命令，即可进入到高级仿真环境。

（3）优化/理想化模型。对几何模型进行简化，方便求解计算。

（4）创建有限元模型。对优化模型赋予材料属性、定义模型的物理属性、定义单元类型和网格类型并划分网格。

（5）创建仿真模型。设置仿真模型的约束条件、载荷条件，根据需要还可以设置接触条件。

（6）仿真模型检查。

（7）仿真模型求解。

（8）仿真模型后处理。

13.2 有限元分析一般过程

下面以一个简单的模型为例介绍在 UG NX 10.0 中进行有限元分析的一般过程。

如图 13.2.1 所示的支撑件零件，材料为 Steel，其底部四个小孔完全固定约束，在零件上部圆柱面上承受一个大小为 1000N 的水平轴承载荷作用，分析其应力和位移分布情况。

Task1. 进入高级仿真模块

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch13.02\PART_ANALYSIS.prt。

Step2. 选择下拉菜单 启动 → 高级仿真(V)... 命令，进入到高级仿真环境。

Task2. 创建有限元模型

Step1. 在仿真导航器中右击 PART_ANALYSIS.prt，在弹出的快捷菜单中选择 新建 FEM 和仿真... 命令，系统弹出“新建 FEM 和仿真”对话框。

说明：创建有限元模型一共有三种类型：

- 新建 FEM...：在主模型或者优化模型的基础上创建一个有限元模型节点，需要设置模型材料属性、单元网格属性和网格类型。
- 新建 FEM 和仿真...：同时创建有限元模型节点和仿真模型节点，其中仿真模型需要定义边界约束条件（包括模型与模型之间的网格连接方式）、载荷类型。
- 新建装配 FEM...：像装配 Part 模型一样对 FEM 模型进行装配，比较适合对大装配部件进行高级仿真之前的前处理。

Step2. 定义求解器环境。在图 13.2.2 所示的“新建 FEM 和仿真”对话框的求解器下拉列表中选择NX NASTRAN选项，在分析类型下拉列表中选择结构选项，单击确定按钮。



图 13.2.1 支撑件零件

图 13.2.2 “新建 FEM 和仿真”对话框

图 13.2.2 所示“新建 FEM 和仿真”对话框中部分选项的说明如下。

- 求解器下拉列表：用于设置解算的求解器类型，选择不同的求解器可以完成不同情况下对有限元模型的求解任务，还可以借助于其他有限元分析软件的求解器完成求解，提高求解的精确程度；主要包括以下几种求解器可供选择：
  - ☑ NX NASTRAN：NX Nastran 解算器，也是 UG NX 10.0 进行有限元分析的常规解算器。
  - ☑ NX THERMAL / FLOW：NX 热/流体解算器。
  - ☑ NX SPACE SYSTEMS THERMAL：NX 空间系统热解算器。
  - ☑ NX ELECTRONIC SYSTEMS COOLING：电子系统冷却解算器。
  - ☑ NX NASTRAN DESIGN：NX Nastran 设计解算器。
  - ☑ MSC NASTRAN：MSC Nastran 解算器。
  - ☑ ANSYS：使用 ANSYS 解算器（确认计算机安装有 ANSYS 分析软件）。
  - ☑ ABAQUS：使用 ABAQUS 解算器（确认计算机安装有 ABAQUS 分析软件）。
- 分析类型下拉列表：用于设置分析类型，包括以下四种分析类型：
  - ☑ 结构：主要应用于结构分析。

☑ 热：主要应用于热分析。

☑ 轴对称结构：主要应用于轴对称的结构分析。

☑ 轴对称热：主要应用于轴对称的热分析。

Step3. 定义解算方案。系统弹出图 13.2.3 所示的“解算方案”对话框。在解算方案类型下拉列表中选择SOL 101 线性静力学 - 全局约束选项，其他设置采用系统默认设置，单击对话框中的确定按钮。

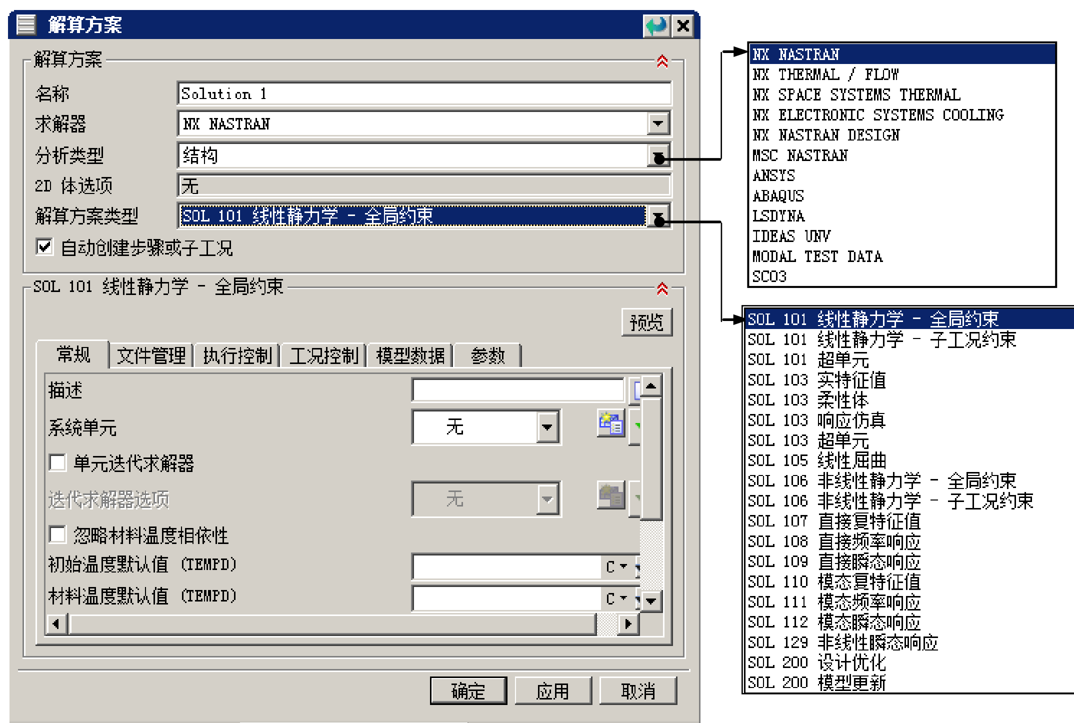


图 13.2.3 “解算方案”对话框

Step4. 定义材料属性。选择下拉菜单 工具(T) → 材料(M) → 指派材料(A)... 命令，系统弹出图 13.2.4 所示的“指派材料”对话框，选择零件模型为指派材料对象，在对话框的材料列表区域中选择Steel材料，单击确定按钮。

说明：材料库中的材料是非常有限的，如果材料库中的材料不能满足设计要求，就需要创建新材料；单击“指派材料”对话框中新建材料区域的“创建材料”按钮，系统弹出图 13.2.5 所示的“各向同性材料”对话框，在该对话框中输入新材料各项参数，即可创建一种各向同性材料（创建其他类型的材料，需要在新建材料区域的类型下拉列表中选择合适的类型，此处不再赘述）。

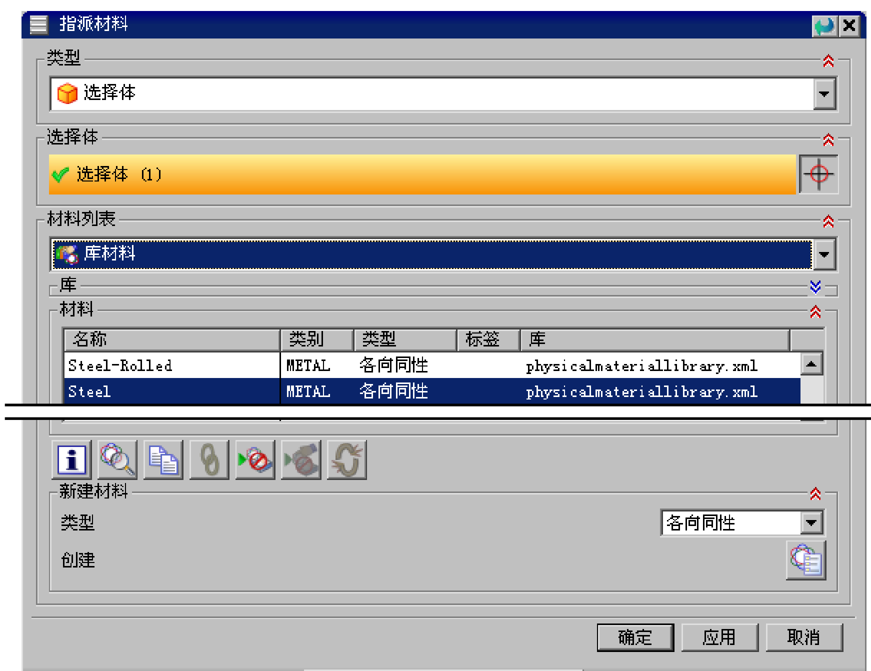


图 13.2.4　“指派材料”对话框

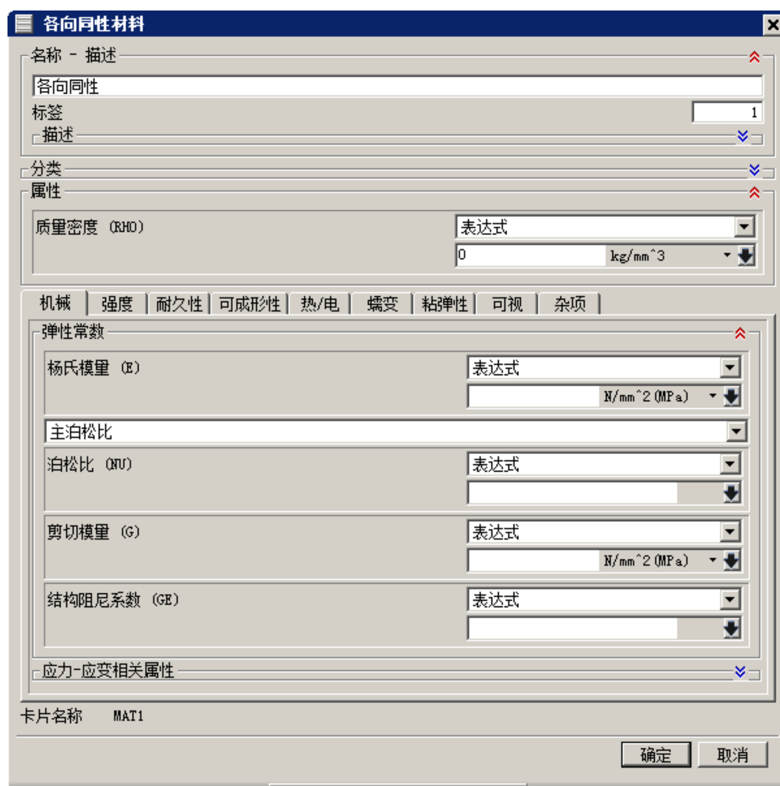


图 13.2.5　“各向同性材料”对话框

Step5. 定义物理属性。选择下拉菜单 插入(S) → 物理属性(H)... 命令，系统弹出图 13.2.6 所示的“物理属性表管理器”对话框。单击对话框中的 创建 按钮，系统弹出图 13.2.7 所示的“PSOLID”对话框，在 材料 下拉列表中选择 Steel 选项，其他采用系统默认设置，单击 确定 按钮，然后单击 关闭 按钮，关闭“物理属性表管理器”对话框。

Step6. 定义网格收集器。选择下拉菜单 插入(S) → 网格收集器(S)... 命令，系统弹出图 13.2.8 所示的“网格收集器”对话框。在对话框的 单元族 下拉列表中选择 3D 选项，在 实体属性 下拉列表中选择 PSOLID1 选项，其他采用系统默认设置，单击 确定 按钮。

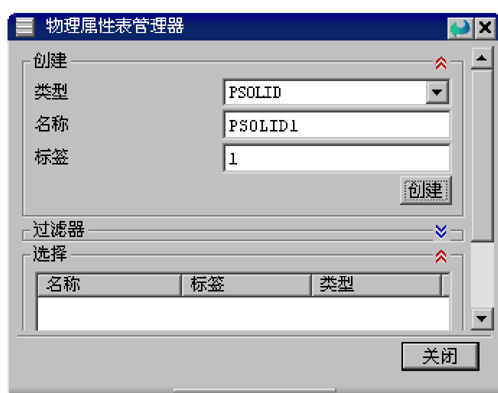


图 13.2.6 “物理属性表管理器”对话框



图 13.2.7 “PSOLID”对话框

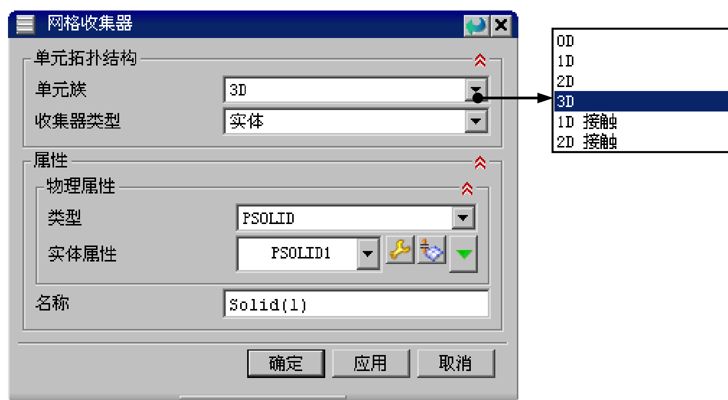


图 13.2.8 “网格收集器”对话框

图 13.2.8 所示“网格收集器”对话框中部分选项的说明如下。

- 单元族 下拉列表：用于设置网格单元类型，包括以下六种类型：
  - ☑ 0D：选中该选项，创建零维网格，主要用于刚性形式的集中质量单元连接。
  - ☑ 1D：选中该选项，创建一维线性网格，主要用于梁结构的网格划分。
  - ☑ 2D：选中该选项，创建二维面网格，主要用于壳结构的网格划分。
  - ☑ 3D：选中该选项，创建三维实体网格，主要用于三维实体结构的网格划分。

☑ 1D 接触：用于一维带接触情况下的网格划分。

☑ 2D 接触：用于二维带接触情况下的网格划分。

● 收集器类型下拉列表：用于设置网格单元收集器类型，选择不同的网格单元类型，此项的下拉列表也会不一样。

Step7. 划分网格。选择下拉菜单 插入(S) → 网格(M) → 3D 四面体网格...命令，系统弹出图 13.2.9 所示的“3D 四面体网格”对话框。选择零件模型为网格划分对象，在类型下拉列表中选择 CTETRA(10) 选项，在单元大小文本框中输入值 15，取消选中目标收集器区域中的 ☐ 自动创建复选框，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，网格划分结果如图 13.2.10 所示。

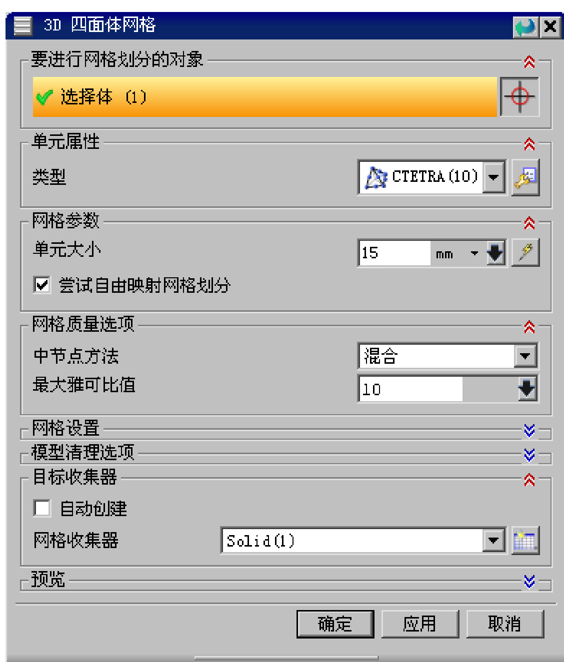


图 13.2.9 “3D 四面体网格”对话框

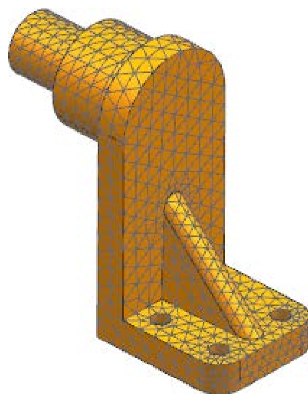


图 13.2.10 划分网格

图 13.2.9 所示“3D 四面体网格”对话框中部分选项的说明如下。

● 类型下拉列表：用于设置网格单元属性，对于 3D 四面体网格，包括以下两种属性：

☑ CTETRA(4)：包含四个节点的四面体。

☑ CTETRA(10)：包含十个节点的四面体，即在四个节点四面体的基础上增加了中间节点，使网格更好地与实体外形进行拟合。

● 单元大小文本框：用于设置网格单元大小，文本框中输入的尺寸为网格单元最大边长尺寸；单击该文本框后的⚡按钮，系统根据模型尺寸自动计算单元大小进行网格划分。

● 中节点方法下拉列表：用于设置中间节点方法，包括以下三种类型：

☑ 混合：使用混合方式增加中间节点，也是最常用的方法。

☑ 弯曲：使用非线性的方式增加中间节点。

☑ 线性：使用线性方式增加中间节点。

- 最大雅可比值文本框：用于设置中间节点偏离线性位置的最大距离值。

Task3. 创建仿真模型

Step1. 在仿真导航器中右击 PART_ANALYSIS_sim1.sim，在弹出的快捷菜单中选择 设为工作部件命令，将模型文件激活。

Step2. 定义约束条件。选择“高级仿真”工具条中的 → 固定约束命令，系统弹出图 13.2.11 所示的“固定约束”对话框，选择图 13.2.12 所示的模型的四个圆柱面为约束对象，单击对话框中的确定按钮。



图 13.2.11 “固定约束”对话框

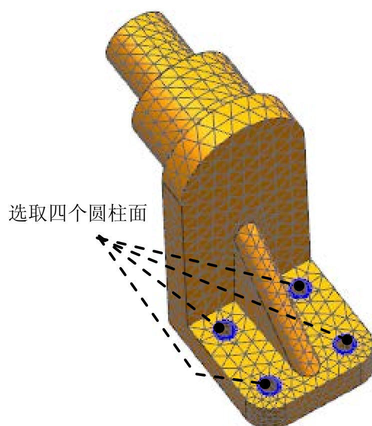


图 13.2.12 选择约束对象

Step3. 定义载荷条件。选择“高级仿真”工具条中的 → 轴承命令，系统弹出图 13.2.13 所示的“轴承”对话框，选择图 13.2.14 所示的模型表面为受力对象，在力区域文本框中输入力的大小 1000N，在 指定矢量后的下拉列表中单击 -XC 按钮，单击对话框中的确定按钮。

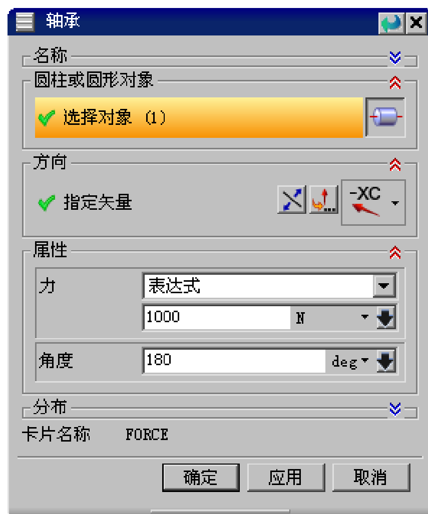


图 13.2.13 “轴承”对话框

Task4. 求解

在仿真导航器中右击 Solution 1，在弹出的快捷菜单中选择 求解...命令，系统弹出图 13.2.15 所示的“求解”对话框，采用系统默认设置，单击确定按钮，系统开始解算。

说明：求解完成后，系统会弹出图 13.2.16~图 13.2.18 所示的一系列信息对话框，方便

查看解算过程中的各项信息。

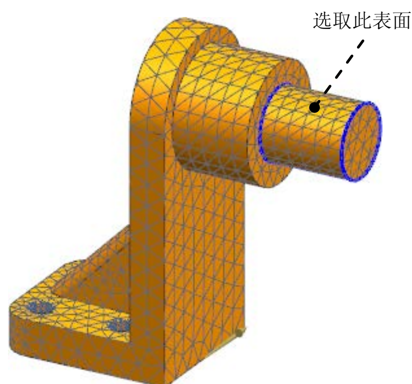


图 13.2.14　选择受力对象

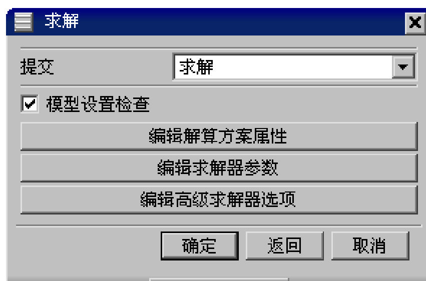


图 13.2.15　“求解”对话框

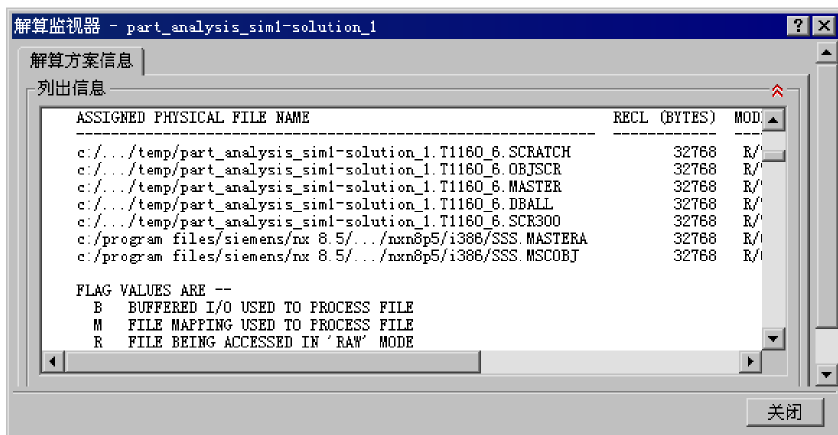


图 13.2.16　“解算监视器”对话框

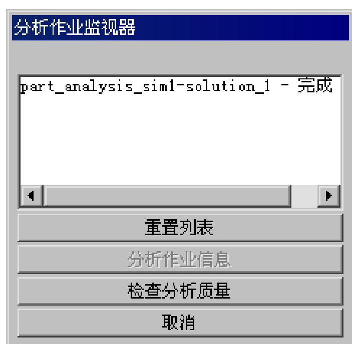


图 13.2.17　“分析作业监视器”对话框

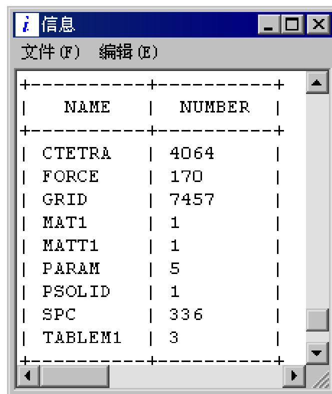


图 13.2.18　“信息”对话框

Task5. 后处理

Step1. 在仿真导航器中右击 结果，在弹出的快捷菜单中选择 打开 命令，系统切换至“后处理导航器”界面，如图 13.2.19 所示。

Step2. 查看位移结果图解。在后处理导航器中右击 位移 - 节点的，在弹出的快捷菜单中选择 绘图 命令，系统绘制出图 13.2.20 所示的位移结果图解，从图中可以看出，最大位移值为 0.0375mm。

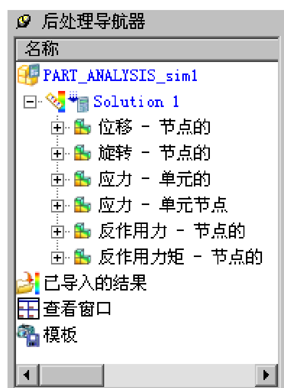


图 13.2.19 后处理导航器

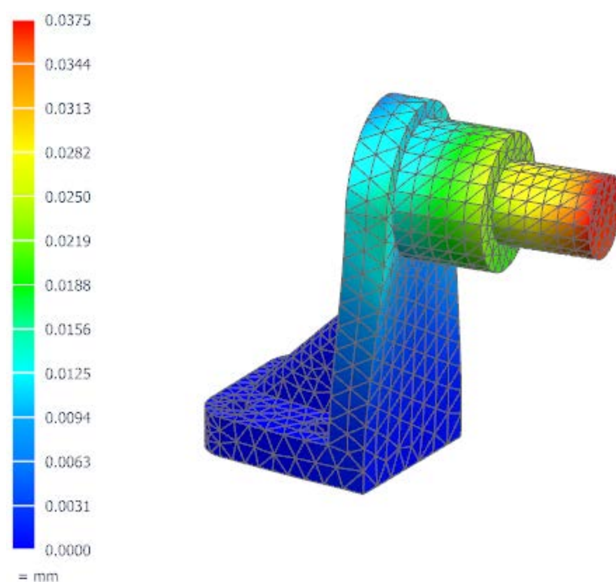


图 13.2.20 位移结果图解

Step3. 查看应力结果图解。在后处理导航器中右击 应力 - 单元的，在弹出的快捷菜单中选择 绘图 命令，系统绘制出图 13.2.21 所示的应力结果图解，从图中可以看出，最大应力值为 9.271MPa。

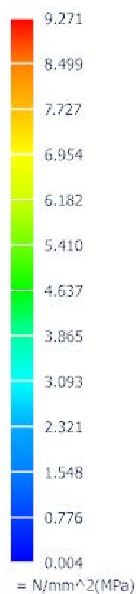


图 13.2.21 应力结果图解

13.3　组件有限元分析应用

下面以一个简单的装配体为例介绍装配体分析的一般过程。

如图 13.3.1 所示的装配体，由两个滑块和一个连接板组成，连接板材料为 Steel，滑块材料为 Iron_60。两滑块燕尾槽底面完全约束，连接板上部受到 20 MPa 均布压力作用。分析组件的应力分布、变形等情况。

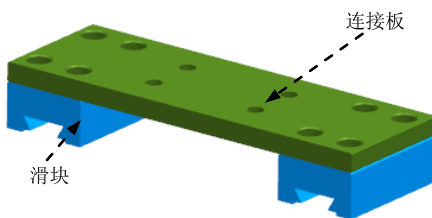


图 13.3.1　装配体模型

Task1. 进入高级仿真模块

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch13.03\ ASSEMBLY_ANALYSIS.prt。

Step2. 选择下拉菜单 启动 → 高级仿真(V)... 命令，进入到高级仿真环境。

Task2. 创建有限元模型

Step1. 在仿真导航器中右击 ASSEMBLY_ANALYSIS.prt，在弹出的快捷菜单中选择 新建 FEM 和仿真... 命令，系统弹出"新建 FEM 和仿真"对话框。

Step2. 定义求解器环境。在"新建 FEM 和仿真"对话框的 求解器 下拉列表中选择 NX NASTRAN 选项，在 分析类型 下拉列表中选择 结构 选项，单击 确定 按钮。

Step3. 定义解算方案。系统弹出"解算方案"对话框。在 解算方案类型 下拉列表中选择 SOL 101 Linear Statics - Global Constraints 选项，其他设置采用系统默认设置，单击对话框中的 确定 按钮。

Step4. 定义材料属性。选择下拉菜单 工具(T) → 材料(M) → 指派材料(A)... 命令，系统弹出"指派材料"对话框，选择连接板模型为指派材料对象，在对话框的 材料 列表区域中选择 Steel 材料，单击 应用 按钮。然后选择滑块为指派材料对象，在 材料 列表区域中选择 Iron_60 材料，单击 确定 按钮。

Step5. 定义物理属性。选择下拉菜单 插入(S) → 物理属性(H)... 命令，系统弹出"物理属性表管理器"对话框。单击对话框中的 创建 按钮，系统弹出"PSOLID"对话框，在 材料 下拉列表中选择 Steel 选项，其他采用系统默认设置，单击 确定 按钮；再次单击 创建 按钮，

在“PSOLID”对话框的材料下拉列表中选择Iron_60选项，单击确定按钮；然后单击关闭按钮，关闭“物理属性表管理器”对话框。

Step6. 定义网格收集器（本步的详细操作过程请参见随书光盘中video\ch13.03\reference\文件下的语音视频讲解文件 ASSEMBLY_ANALYSIS-r01.avi）。

Step7. 划分网格。

（1）划分支座网格。选择下拉菜单插入(S) → 网格(M) → 3D 四面体网格...命令，系统弹出图 13.3.2 所示的“3D 四面体网格”对话框（一）。选择连接板模型为网格划分对象，在类型下拉列表中选择CTETRA(10)选项，在单元大小文本框中输入值 20，取消选中目标收集器区域中的□自动创建复选框，在该区域的下拉列表中选择Solid(1)选项，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，网格划分结果如图 13.3.3 所示。

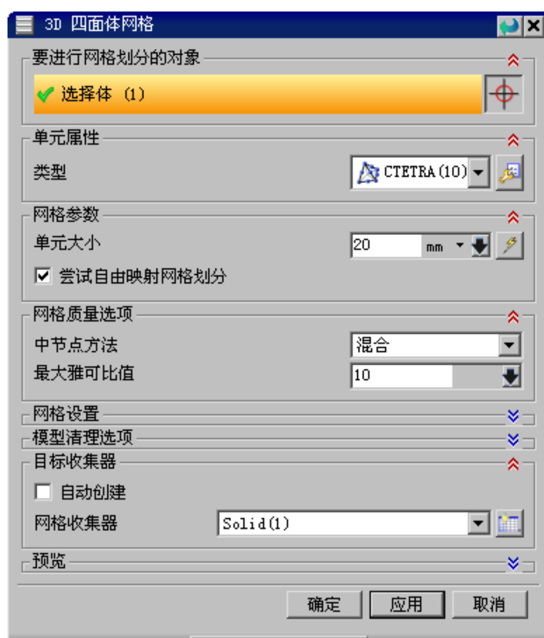


图 13.3.2 “3D 四面体网格”对话框（一）

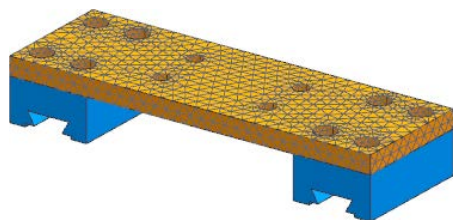


图 13.3.3 划分网格

（2）划分横梁网格。选择下拉菜单插入(S) → 网格(M) → 3D 四面体网格...命令，系统弹出图 13.3.4 所示的“3D 四面体网格”对话框（二）。选择滑块模型为网格划分对象，在类型下拉列表中选择CTETRA(10)选项，在单元大小文本框中输入值 15，取消选中目标收集器区域中的□自动创建复选框，在该区域的下拉列表中选择Solid(2)选项，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，网格划分结果如图 13.3.5 所示。

Task3. 创建仿真模型

Step1. 在仿真导航器中右击ASSEMBLY_ANALYSIS_sim1.sim，在弹出的快捷菜单中选择设为工作部件命令，将模型文件激活。

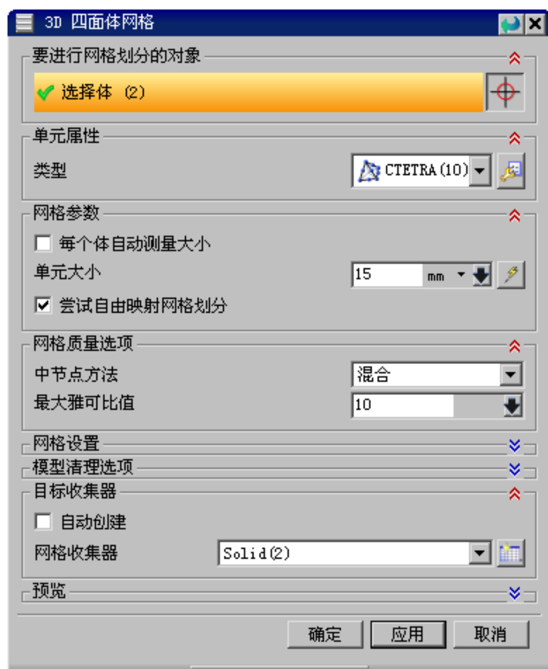


图 13.3.4　“3D 四面体网格”对话框（二）

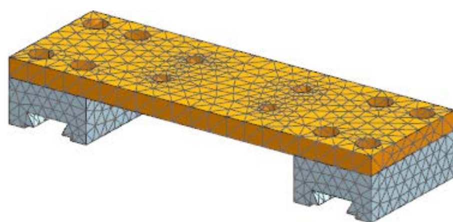


图 13.3.5　划分网格

Step2. 定义约束条件。选择“高级仿真”工具条中的 → 固定约束命令，系统弹出图 13.3.6 所示的“固定约束”对话框，选择图 13.3.7 所示的模型表面为约束对象，单击对话框中的确定按钮。

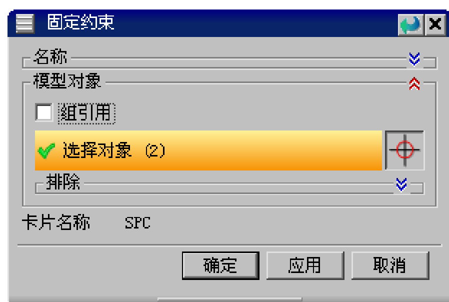


图 13.3.6　“固定约束”对话框

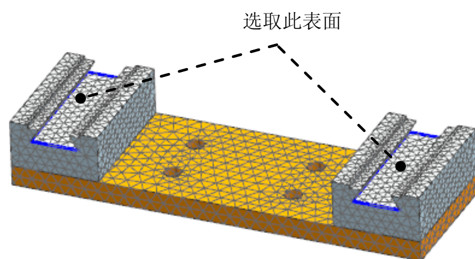


图 13.3.7　选择约束对象

Step3. 定义载荷条件。选择“高级仿真”工具条中的 → 压力命令，系统弹出图 13.3.8 所示的“压力”对话框，在类型下拉列表中选择 2D 单元或 3D 单元面上的法向压力选项，选择图 13.3.9 所示的模型表面为受力对象，在压力区域文本框中输入力的大小 20MPa，单击对话框中的确定按钮。

Step4. 定义面对面粘合条件 1。

（1）选择命令。选择“高级仿真”工具条中的 → 面对面粘合命令，系统弹出图 13.3.10 所示的“面对面接触”对话框，在类型下拉列表中选择手工选项。

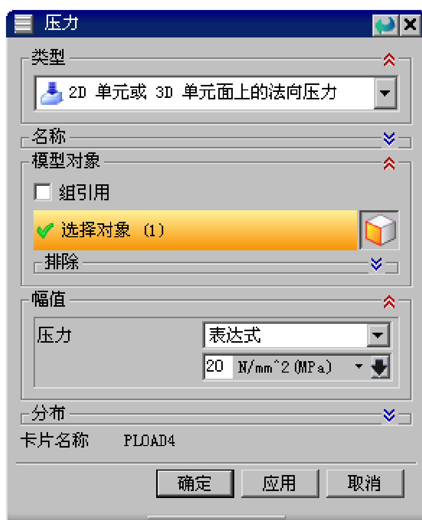


图 13.3.8 “压力”对话框

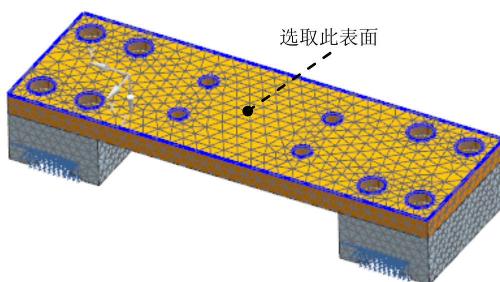


图 13.3.9 选择受力对象

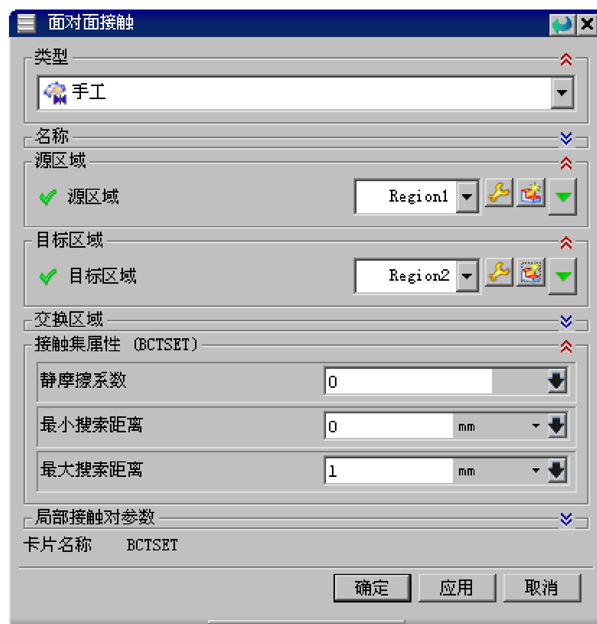


图 13.3.10 “面对面接触”对话框

（2）定义源区域。单击源区域区域的“创建区域”按钮，系统弹出图 13.3.11 所示的“区域”对话框（一），选择图 13.3.12 所示的模型表面为粘合面区域，在非线性接触参数 (BCRPARA)区域的类型下拉列表中选择刚性选项，单击“区域”对话框中的确定按钮。

（3）定义目标区域。单击目标区域区域的“创建区域”按钮，系统弹出图 13.3.13 所示的“区域”对话框（二），选择图 13.3.14 所示的模型表面为粘合面区域，在非线性接触参数 (BCRPARA)区域的类型下拉列表中选择刚性选项，单击“区域”对话框中的确定按钮，单击“面对面接触”对话框中的确定按钮，完成面对面区域的定义。

Step5. 定义面对面粘合条件 2。参照 Step4 的详细操作步骤，选择图 13.3.14 所示的面为粘合面源区域，选取另一个滑块的表面为目标区域（详细操作过程参见录像）。



图 13.3.11 “区域”对话框（一）

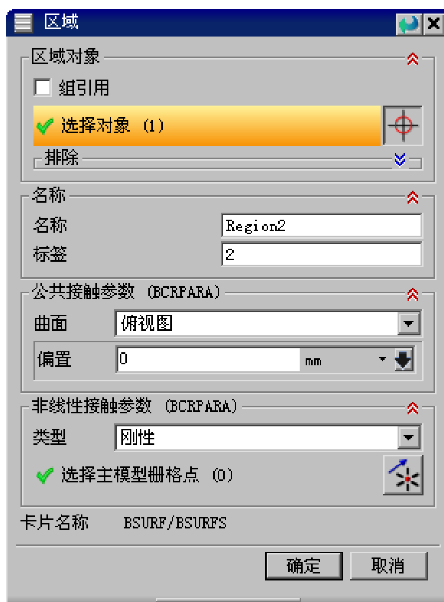


图 13.3.13 “区域”对话框（二）

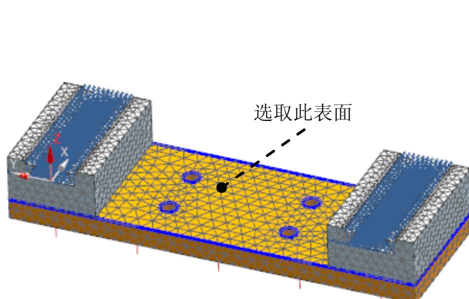


图 13.3.12 定义源区域

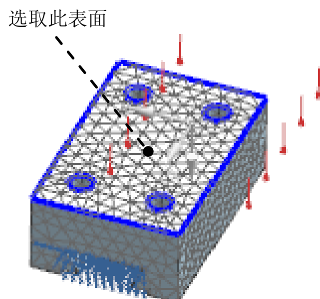


图 13.3.14 定义目标区域

Task4. 求解

在仿真导航器中右击 Solution 1，在弹出的快捷菜单中选择 求解... 命令，系统弹出图 13.3.15 所示的“求解”对话框。然后单击 编辑解算方案属性 按钮，在“解算方案”对话框的 常规 选项卡中选择 ☑ 单元迭代求解器 复选框，单击两次 确定 按钮，系统开始解算。

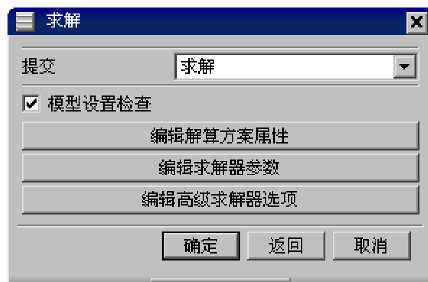


图 13.3.15 “求解”对话框

Task5. 后处理

Step1. 在仿真导航器中右击 结果，在弹出的快捷菜单中选择 打开 命令，系统切

换至“后处理导航器”界面。

Step2. 查看位移结果图解。在后处理导航器中右击 位移 - 节点的，在弹出的快捷菜单中选择 绘图 命令，系统绘制出图 13.3.16 所示的位移结果图解，从图中可以看出，最大位移值为 2.867mm。

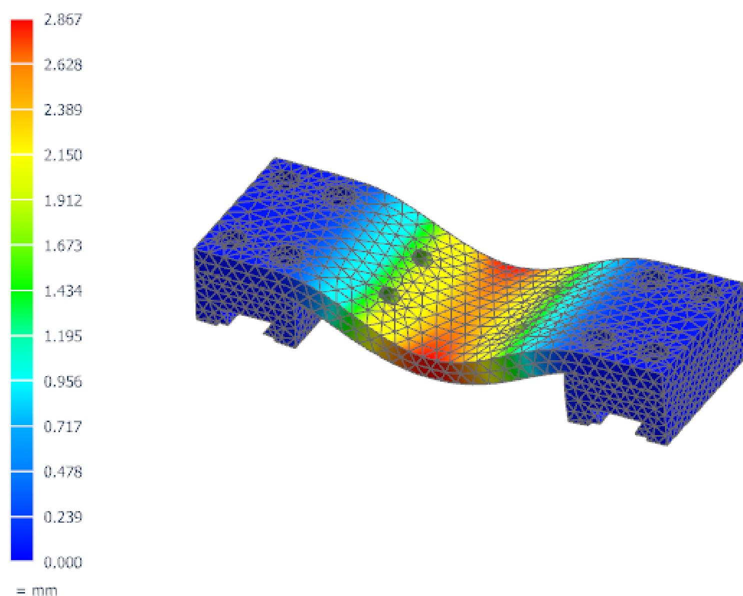


图 13.3.16　位移结果图解

Step3. 查看应力结果图解。在后处理导航器中右击 应力 - 单元的，在弹出的快捷菜单中选择 绘图 命令，系统绘制出图 13.3.17 所示的应力结果图解，从图中可以看出，最大应力值为 890.07MPa。

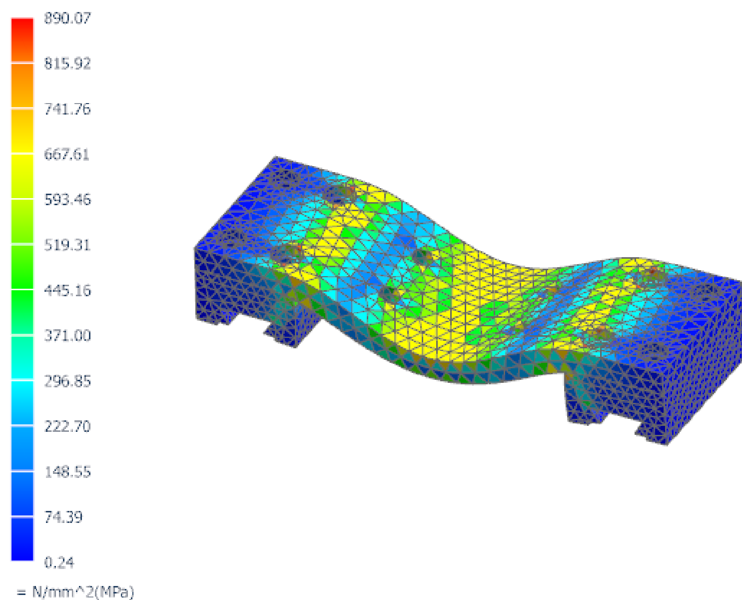


图 13.3.17　应力结果图解

13.4　梁结构有限元分析应用

下面以一个简单的工字钢横梁（图 13.4.1）为例介绍梁结构分析的一般过程。

工字钢横梁长度为 9400mm，高度为 300mm，宽度为 130mm，横梁厚度为 8.5mm，材料为 Steel，两端固定，横梁中间位置承受 2000N 的力，分析横梁的应力分布、变形等情况。

在 UG NX 10.0 有限元分析中对梁结构的分析都是先将其进行理想化处理，一般将梁理想化一条直线和一个截面，在划分网格的时候才用 1D 网格进行处理，其他操作与一般零件的有限元分析一致。

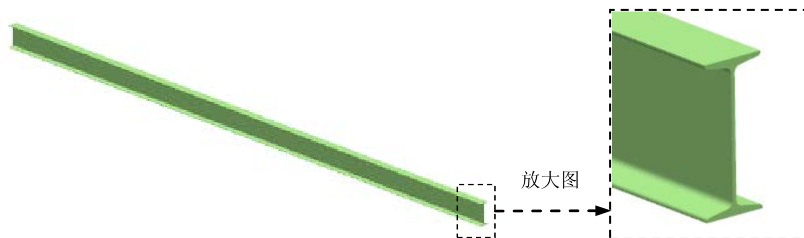


图 13.4.1　工字钢横梁

Task1. 进入高级仿真模块

Step1. 新建文件。选择下拉菜单 文件(F) → 新建(N)... 命令，系统弹出“新建”对话框。在 模型 选项卡的 模板 区域中选取模板类型为 模型，在 名称 文本框中输入文件名称 BEAM_ANALYSIS，并设置其路径为 D:\ug10pd\work\ch13.04；单击 确定 按钮，进入建模环境。

Step2. 选择下拉菜单 启动 → 高级仿真(V)... 命令，进入到高级仿真环境。

Task2. 创建有限元模型

Step1. 在仿真导航器中右击 BEAM_ANALYSIS.prt，在系统弹出的快捷菜单中选择 新建 FEM... 命令，系统弹出“新建部件文件”对话框。

Step2. 采用系统默认设置，单击 确定 按钮，此时系统弹出“新建 FEM”对话框。

Step3. 定义求解器环境。在“新建 FEM”对话框的 求解器 下拉列表中选择 NX NASTRAN 选项，在 分析类型 下拉列表中选择 结构 选项，单击 确定 按钮。

Step4. 创建图 13.4.2 所示曲线。选择下拉菜单 插入(S) → 曲线(C) → 直线和圆弧(A) → 直线(点-点)(P)... 命令；在动态文本框中输入直线起始点坐标值（0，0，0）；输入直线终点坐标值（9400，0，0），完成直线的创建。

Step5. 划分网格。选择下拉菜单 插入(S) → 网格(M) → 1D 网格...命令，系统弹出图 13.4.3 所示的“1D 网格”对话框。选取上一步创建的曲线为网格划分对象，在 类型 下拉列表中选择 CBEAM 选项；在 网格密度选项 下拉列表中选择 数量 选项，并在 单元数 文本框中输入值 94，选中 目标收集器 区域中的 ☑ 自动创建 复选框，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，完成网格划分。

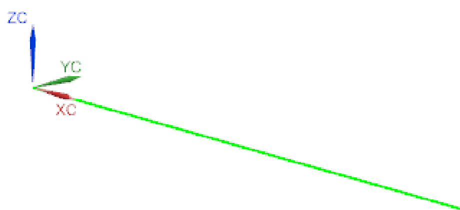


图 13.4.2 创建曲线

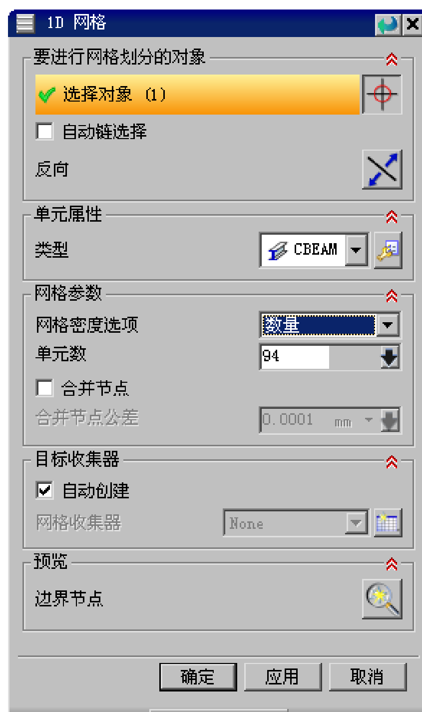


图 13.4.3 “1D 网格”对话框

Step6. 创建梁截面（本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch13.04\reference\文件下的语音视频讲解文件 BEAM_ANALYSIS-r01.avi）。

Step7. 编辑网格收集器。在仿真导航器中右击 Beam Colle... 节点，在系统弹出的快捷菜单中选择 编辑... 命令，系统弹出图 13.4.4 所示的“网格收集器”对话框；单击“编辑”按钮，系统弹出图 13.4.5 所示的“PBEAM”对话框，在 属性 区域的 截面类型 下拉列表中选择 恒定 选项，在 前截面 下拉列表中选择 I(1) 选项，单击按钮，定义材料为 Steel，单击三次 确定 按钮，其结果如图 13.4.6 所示。

Task3. 创建仿真模型

Step1. 在仿真导航器中右击 BEAM_ANALYSIS_fem1.fem 节点，在系统弹出的快捷菜单中选择 新建仿真... 命令，此时系统弹出“新建部件文件”对话框。

Step2. 在“新建部件文件”对话框中单击 确定 按钮，进入仿真环境，此时系统弹出“新建仿真”对话框，单击 确定 按钮。



图 13.4.4　“网格收集器”对话框



图 13.4.5　“PBEAM”对话框

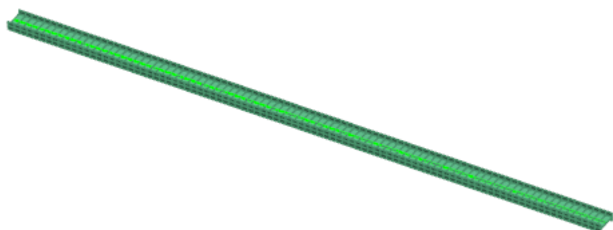


图 13.4.6　编辑后的结果

Step3. 定义解算方案。在系统弹出的“解算方案”对话框的解算方案类型下拉列表中选择SOL 101 线性静力学 - 全局约束选项，其他设置采用系统默认设置，单击对话框中的确定按钮。

Step4. 定义约束条件。选择“高级仿真”工具条中的 → 固定约束命令，系统弹出“固定约束”对话框，选择图 13.4.7 所示的模型的两个节点为约束对象，单击对话框中的确定按钮。

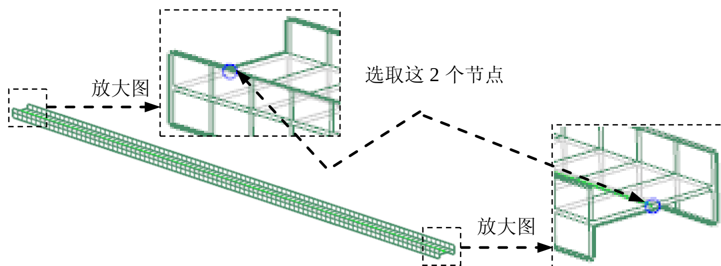


图 13.4.7　选择约束对象

Step5. 定义载荷条件。选择“高级仿真”工具条中的 → 力命令，系统弹出图 13.4.8 所示的“力”对话框；在类型区域的下拉列表中选择幅值和方向选项；选择图 13.4.9 所示的节点（第 48 个）为受力对象，在力区域的文本框中输入力的大小 2000N，在指定矢量后的下拉列表中单击-YC按钮，单击对话框中的确定按钮。



图 13.4.8 “力”对话框

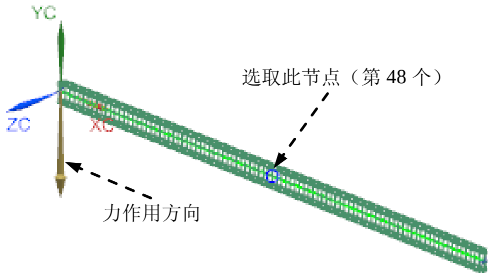


图 13.4.9 选择受力对象

Task4. 求解

在仿真导航器中右击 Solution 1 节点，在系统弹出的快捷菜单中选择 求解... 命令，系统弹出“求解”对话框，采用系统默认设置，单击 确定 按钮，系统开始解算。

说明：求解完成后，系统会弹出图 13.4.10~图 13.4.12 所示的一系列信息对话框，方便查看解算过程中的各项信息。

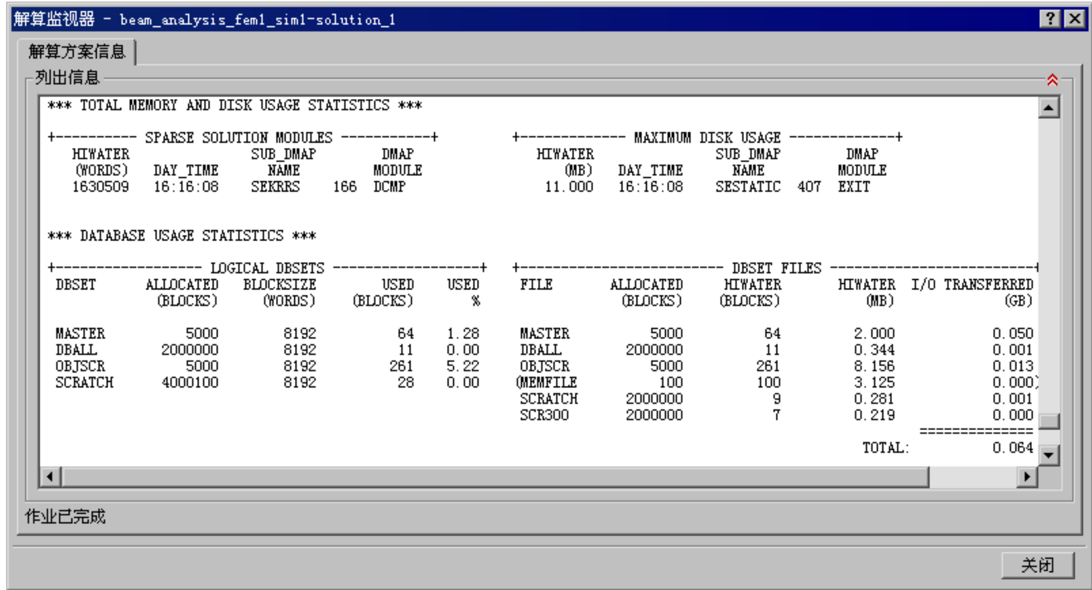


图 13.4.10 “解算监视器”对话框



图 13.4.11　“分析作业监视器”对话框

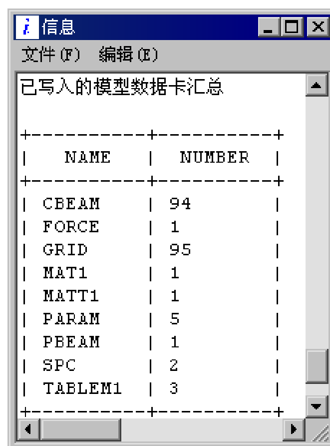


图 13.4.12　“信息”对话框

Task5. 后处理

Step1. 在仿真导航器中右击结果，在系统弹出的快捷菜单中选择打开命令，系统切换至“后处理导航器”界面。

Step2. 查看位移结果图解。在后处理导航器中右击位移 - 节点的，在系统弹出的快捷菜单中选择绘图命令，系统绘制出图 13.4.13 所示的位移结果图解，从图中可以看出，最大位移值为 0.688mm。

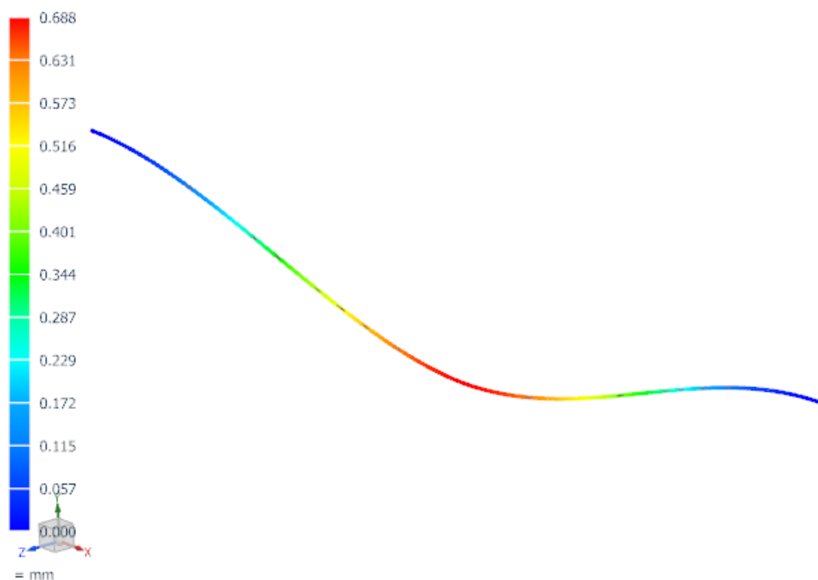


图 13.4.13　位移结果图解

Step3. 查看应力结果图解。在后处理导航器中右击应力 - 单元节点，在弹出的快捷菜单中选择绘图命令，系统绘制出图 13.4.14 所示的应力结果图解，从图中可以看出，最大

应力值为 5.594MPa。

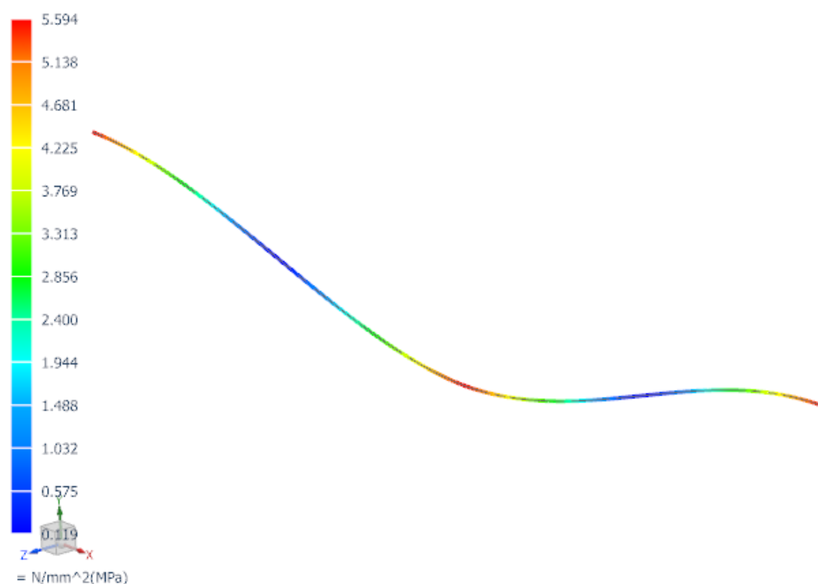


图 13.4.14　应力结果图解

13.5　壳结构有限元分析应用

下面以一个简单的钣金零件为例介绍壳结构有限元分析的一般过程。

如图 13.5.1 所示的钣金零件（壳结构），零件厚度为 2mm，钣金材料为 Steel，零件上两个圆孔完全固定，零件上表面承受 20MPa 竖直向下的压力，分析钣金零件的应力分布、变形等情况。

在 UG NX 10.0 有限元分析中对壳结构的分析都是先将其进行理想化处理，一般将壳理想化一张曲面（壳结构的中面），在划分网格的时候才用 2D 网格进行处理，其他操作与一般零件的有限元分析一致。

Task1. 进入高级仿真模块

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch13.05\ SHELL_ANALYSIS.prt。

Step2. 选择下拉菜单 启动 ➡ 高级仿真(V)... 命令，进入到高级仿真环境。

Task2. 创建有限元模型

Step1. 在仿真导航器中右击 SHELL_ANALYSIS.prt，在系统弹出的快捷菜单中选择 新建 FEM... 命令，系统弹出“新建部件文件”对话框。

Step2. 采用系统默认设置，单击 确定 按钮，此时系统弹出“新建 FEM”对话框。

Step3. 定义求解器环境。在“新建 FEM”对话框的 求解器 下拉列表中选择 NX NASTRAN 选

项，在分析类型下拉列表中选择结构选项，单击确定按钮，进入创建有限元模型环境。

Step4. 创建图 13.5.2 所示的中面特征（实体已隐藏）（本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch13.05\reference\文件下的语音视频讲解文件 SHELL_ANALYSIS-r01.avi）。

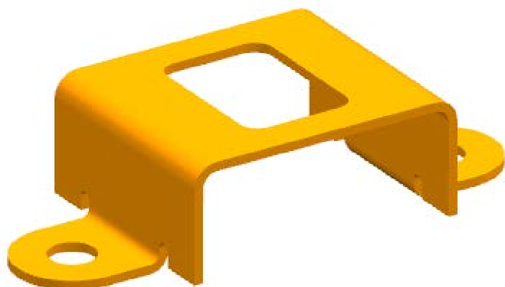


图 13.5.1　钣金零件

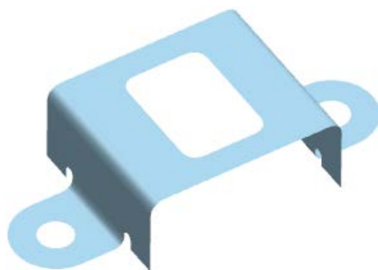


图 13.5.2　中面特征

Step5. 在“仿真导航器”中右击 SHELL_ANALYSIS.prt，在系统弹出的快捷菜单中选择 显示理想化部件 ▶ → SHELL_ANALYSIS_fem1_i.prt 命令，显示其理想化部件；再次在“仿真导航器”中右击 SHELL_ANALYSIS_fem1_i.prt，在系统弹出的快捷菜单中选择 显示 FEM ▶ → SHELL_ANALYSIS_fem1.fem 命令，返回至创建有限元模型环境。

Step6. 在“仿真导航器”中单击 Polygon Body (1)，将其处于抑制状态，仅将 Polygon Body (2) 代表的片体作为激活状态。

Step7. 定义材料属性。选择下拉菜单 工具(T) → 材料(M) ▶ → 指派材料(A)... 命令，系统弹出“指派材料”对话框，选取其片体为指派材料对象，在对话框的材料列表区域中选择 Steel 材料，单击确定按钮。

Step8. 定义物理属性。选择下拉菜单 插入(S) → 物理属性(H)... 命令，系统弹出“物理属性表管理器”对话框。在对话框创建区域的类型下拉列表中选择 PSHELL（壳单元）选项，单击创建按钮，系统弹出图 13.5.3 所示的“PSHELI”对话框，在材料 1下拉列表中选择 Steel 选项，在默认厚度文本框中输入值 2，其他采用系统默认设置，单击确定按钮，然后单击关闭按钮，关闭“物理属性表管理器”对话框。

Step9. 定义网格收集器。选择下拉菜单 插入(S) → 网格收集器(S)... 命令，系统弹出“网格收集器”对话框。在对话框的单元族下拉列表中选择 2D 选项，在收集器类型下拉列表中选择 ThinShell 选项，在壳属性下拉列表中选择 PSHELL1 选项。单击确定按钮，完成网格收集器的创建。

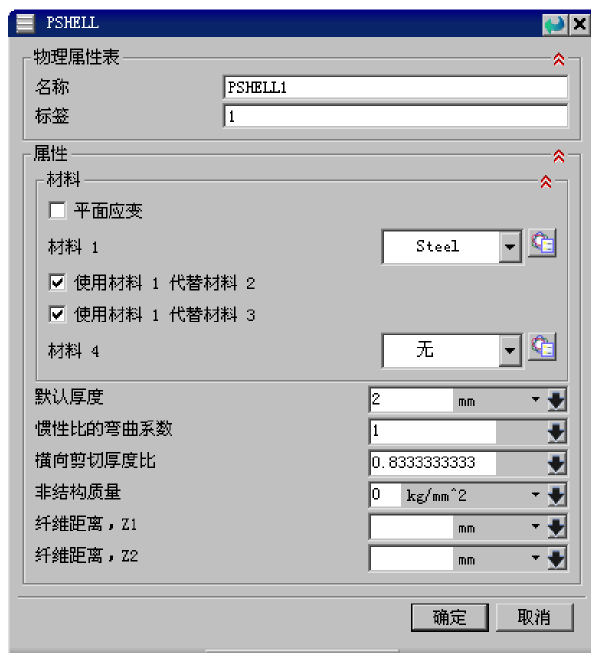


图 13.5.3 “PSHELL”对话框

Step10. 划分网格。选择下拉菜单 插入(S) → 网格(M) → 2D 网格... 命令，系统弹出图 13.5.4 所示的“2D 网格”对话框。选择整个片体模型为网格划分对象，在 类型 下拉列表中选择 CQUAD4 选项，在 单元大小 文本框中输入值 1.5，取消选中 目标收集器 区域中的 自动创建 复选框，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，网格划分结果如图 13.5.5 所示。

Task3. 创建仿真模型

Step1. 在仿真导航器中右击 SHELL_ANALYSIS_fem1.fem 节点，在系统弹出的快捷菜单中选择 新建仿真... 命令，此时系统弹出“新建部件文件”对话框。

Step2. 在“新建部件文件”对话框中单击 确定 按钮，进入仿真环境，此时系统弹出“新建仿真”对话框，单击 确定 按钮。

Step3. 定义解算方案。在系统弹出的“解算方案”对话框的 解算方案类型 下拉列表中选择 SOL 101 线性静力学 - 全局约束 选项，其他设置采用系统默认设置，单击对话框中的 确定 按钮。

Step4. 定义约束条件。选择“高级仿真”工具条中的 → 固定约束 命令，系统弹出“固定约束”对话框，选择图 13.5.6 所示的模型圆形边线为约束对象，单击对话框中的 确定 按钮。

Step5. 定义载荷条件。选择“高级仿真”工具条中的 → 压力 命令，系统弹出图 13.5.7 所示的“压力”对话框；在 类型 区域的下拉列表中选择 2D 单元或 3D 单元面上的法向压力 选

项；选取图 13.5.8 所示的模型表面为受力对象，在压力区域文本框中输入压力的大小-20，单击对话框中的确定按钮。

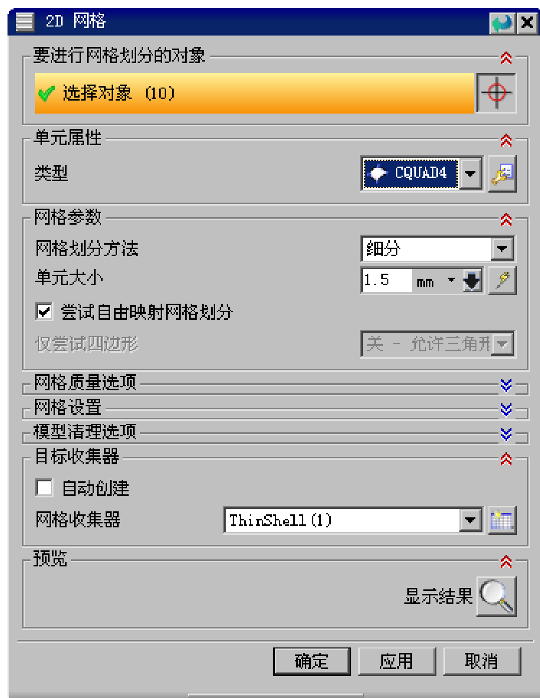


图 13.5.4　“2D 网格”对话框

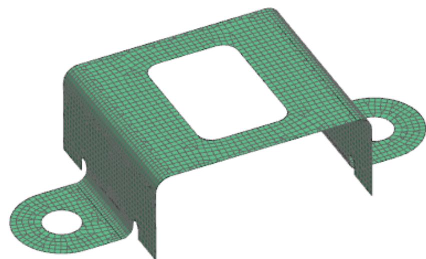


图 13.5.5　划分网格

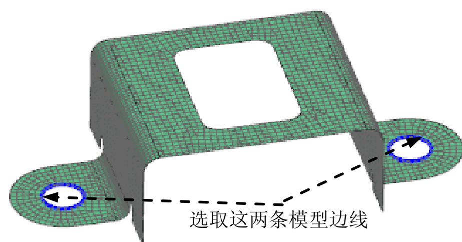


图 13.5.6　选择约束对象

Task4．求解

在仿真导航器中右击Solution 1，在弹出的快捷菜单中选择求解...命令，系统弹出图 13.5.9 所示的“求解”对话框，采用系统默认设置，单击确定按钮，系统开始解算。

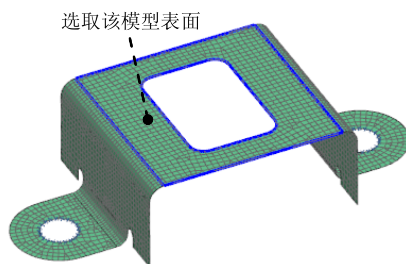


图 13.5.8　选择受力对象

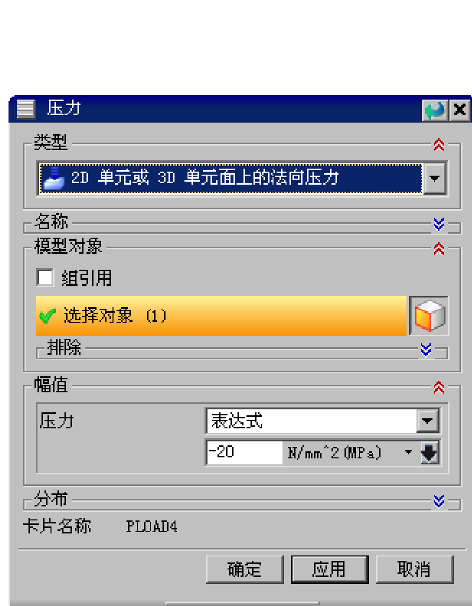


图 13.5.7　“压力”对话框

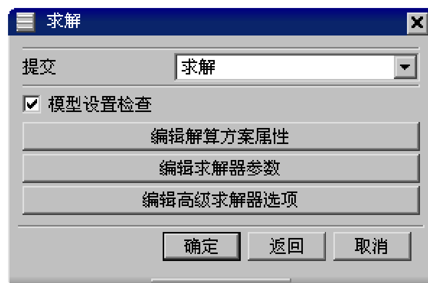


图 13.5.9　“求解”对话框

说明：求解完成后，系统会弹出图 13.5.10~图 13.5.12 所示的一系列信息对话框，方便查看解算过程中的各项信息。

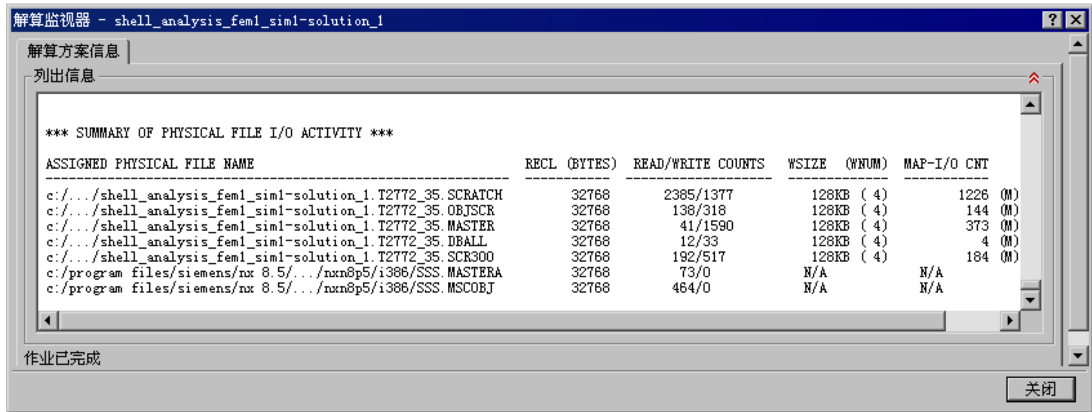


图 13.5.10 “解算监视器”对话框

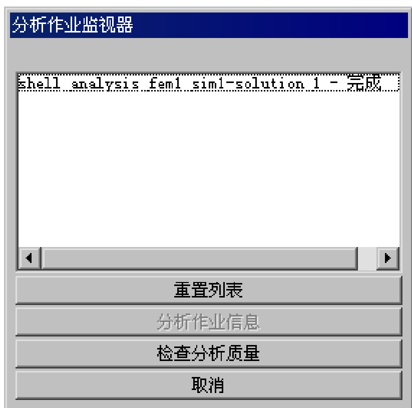


图 13.5.11 “分析作业监视器”对话框

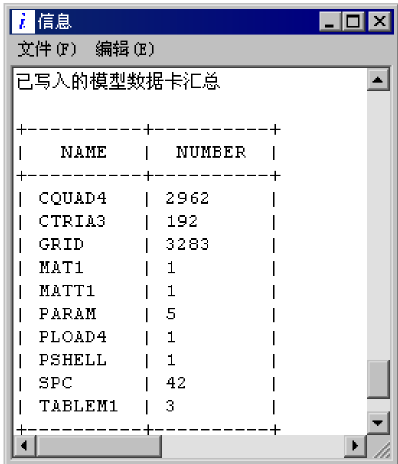


图 13.5.12 “信息”对话框

Task5. 后处理

Step1. 在仿真导航器中右击 结果，在弹出的快捷菜单中选择 打开 命令，系统切换至“后处理导航器”界面。

Step2. 查看位移结果图解。在后处理导航器中右击 位移 - 节点的，在弹出的快捷菜单中选择 绘图 命令，系统绘制出图 13.5.13 所示的位移结果图解，从图中可以看出，最大位移值为 6.202mm。

Step3. 查看应力结果图解。在后处理导航器中右击 应力 - 单元的，在弹出的快捷菜单中选择 绘图 命令，系统绘制出图 13.5.14 所示的应力结果图解，从图中可以看出，最大应力值为 6658.26MPa。

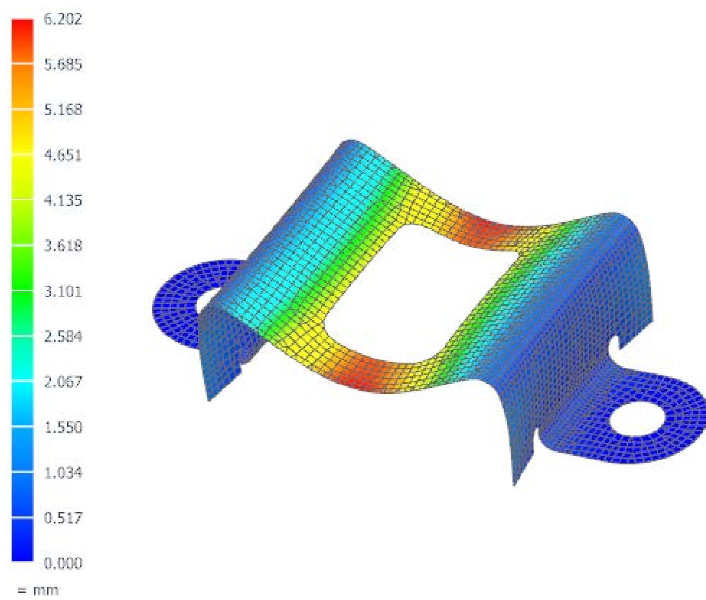


图 13.5.13　位移结果图解

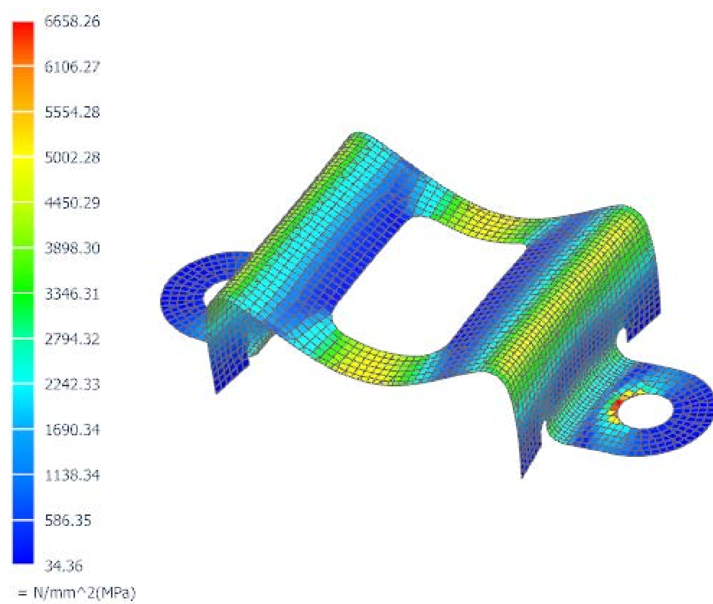


图 13.5.14　应力结果图解

第 14 章　产品的外观设置与渲染

在创建零件和装配的三维模型时，可以进行简单的着色和显示不同的线框状态，但在实际的产品设计中，那些显示状态是远远不够的，因为它们无法表达产品的颜色、光泽、质感等特点，因此要进行进一步的渲染处理，才能使模型达到真实的效果。UG NX 10.0 具有强大的渲染功能，为设计人员提供了一个很有效的工具。本章主要讲述了如何对材料/纹理、灯光效果、展示室环境、基本场景和视觉效果进行设置，以便生成高质量图像和艺术图像。

14.1　材料/纹理

材料及纹理功能是指将指定的材料或纹理应用到相应的零件上，使零件表现出特定的效果，从而在感观上更具有真实性。UG NX 10.0 的材料本质上是描述特定材料表面光学特性的参数集合，纹理是对零件表面粗糙度、图样的综合性描述。

14.1.1　材料/纹理对话框

材料/纹理的设置是通过“材料/纹理”对话框来实现的。选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 材料/纹理(M)... 命令，系统弹出图 14.1.1 所示的“材料/纹理”对话框，下面对该对话框进行介绍。



图 14.1.1　“材料/纹理”对话框

说明：在进行此操作之前，因为已选定材料，所以图 14.1.1 所示的“材料/纹理”对话框为激活状态，若未选定材料，此时的“材料/纹理”对话框中的部分按钮均为灰色（即未激活状态）。

图 14.1.1 所示的“材料/纹理”对话框中的部分按钮说明如下。

- ：用于启用材料编辑器。
- ：用于显示指定对象的材料属性。
- ：用于继承选定的实体材料。

14.1.2　材料编辑器

材料编辑器的功能是对零件材料进行编辑，通过材料编辑器可实现对材料的亮度、纹理及颜色的设置。单击图 14.1.1 所示的“材料/纹理”对话框中的按钮，系统弹出图 14.1.2 所示的“材料编辑器”对话框。“材料编辑器”对话框中主要包括 常规 、 凹凸 、 图样 、 透明度 和 纹理空间 选项卡，通过这些选项卡可直接对材料进行设置，下面逐一对

它们进行说明。

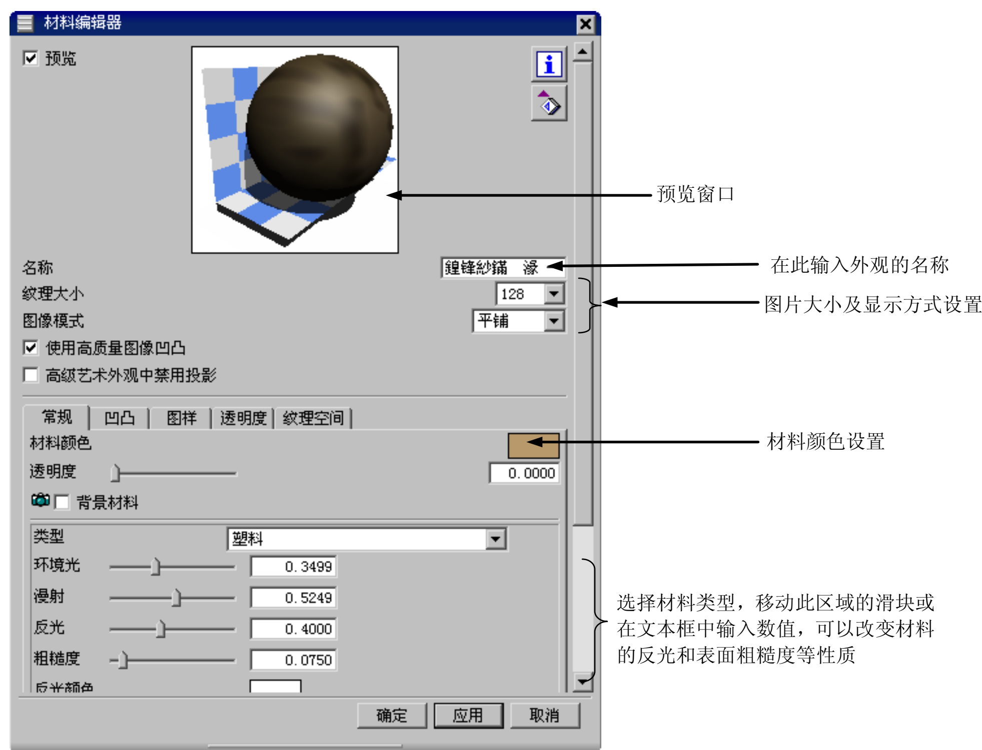


图 14.1.2 “材料编辑器”对话框

1. 常规 选项卡

单击“材料编辑器”对话框中的 常规 选项卡，此时的“材料编辑器”对话框如图 14.1.3 所示，通过该对话框可以对材料的颜色、材料背景、透明度和类型进行设置。

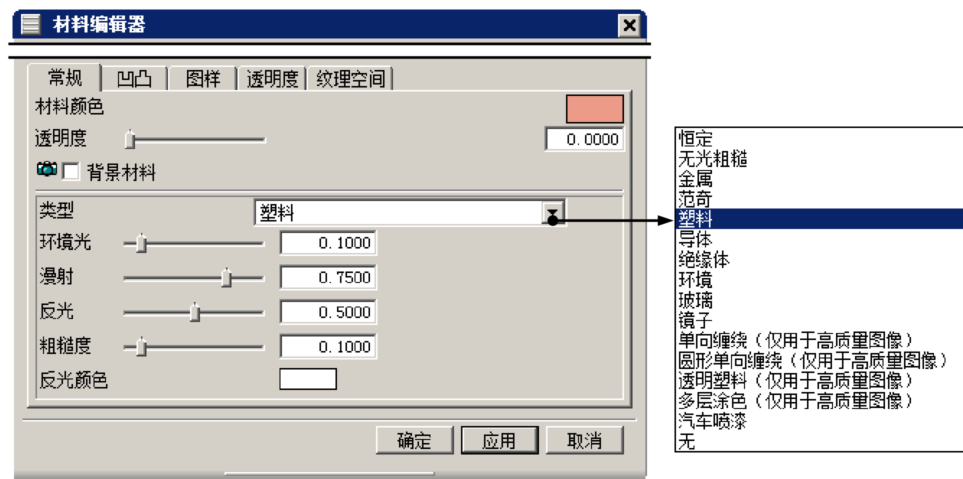


图 14.1.3 “常规”选项卡

图 14.1.3 所示的“常规”选项卡的说明如下。

- 材料颜色：用于定义系统中的材料颜色。
- 透明度：用于定义材料透明度。
- 背景材料：选中此项后，系统会自动将选定的材料作为渲染图片的背景，从而达到特定的效果。
- 类型：用于定义要渲染的材料类型。

2. 凹凸选项卡

单击“材料编辑器”对话框中的凹凸选项卡，此时的“材料编辑器”对话框如图 14.1.4 所示，通过该对话框可以设置凹凸的类型及相对应的参数。

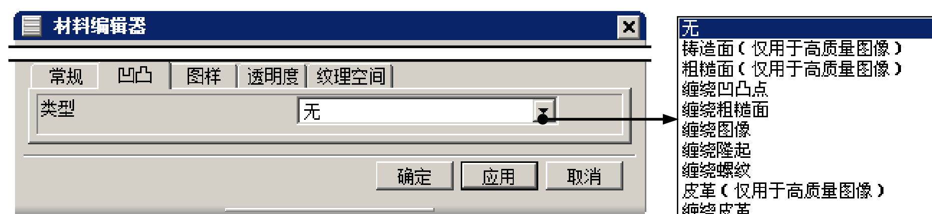


图 14.1.4 “凹凸”选项卡

图 14.1.4 所示的“凹凸”选项卡类型中的选项说明如下。

- 无：该选项用于不设置材料纹理。
- 铸造面（仅用于高质量图像）：该选项用于将材料设置成铸造面效果。其中包括比例、浇注范围、凹进比例、凹进幅度、凹进阈值和详细六个选项的参数设置。
- 粗糙面（仅用于高质量图像）：该选项用于将材料设置成粗糙面效果。其中包括比例、粗糙值、详细和锐度四个选项的参数设置。
- 缠绕凹凸点：该选项用于将材料设置成缠绕的凹凸效果。其中包括比例、分隔、半径、中心深度和圆角五个选项的参数设置。
- 缠绕粗糙面：该选项用于将材料设置成缠绕粗糙面的效果。其中包括比例、粗糙值、详细和锐度四个选项的参数设置。
- 缠绕图像：该选项用于设置材料的缠绕图像效果。其中包括柔软度、幅值和图像三个选项的参数设置。
- 缠绕隆起：该选项用于设置材料的缠绕隆起效果。其中包括比例、圆角和幅值三个选项的参数设置。
- 缠绕螺纹：该选项用于设置材料的缠绕螺纹效果。其中包括比例、圆角、半径和幅值四个选项的参数设置。
- 皮革（仅用于高质量图像）：该选项用于设置材料的皮革效果。其中包括比例、不规则和粗糙值等选项的参数设置。

● 缠绕皮革：该选项用于设置材料的缠绕皮革效果。其中包括比例、不规则和粗糙值等选项的参数设置。

3. 图样 选项卡

单击“材料编辑器”对话框中的 图样 选项卡，此时的“材料编辑器”对话框如图 14.1.5 所示，通过该对话框可以设置图样的类型及相对应的参数。



图 14.1.5　“图样”选项卡

4. 透明度 选项卡

单击“材料编辑器”对话框中的 透明度 选项卡，此时的“材料编辑器”对话框如图 14.1.6 所示，通过该对话框可以设置透明度的类型及相对应的参数。

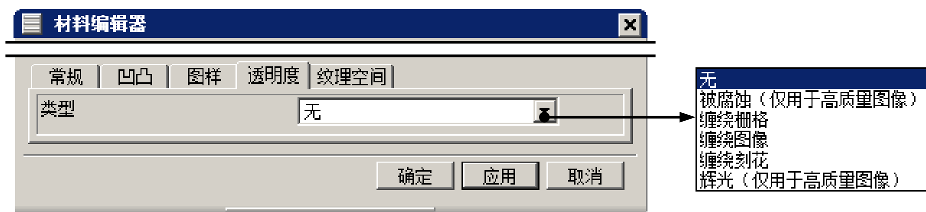


图 14.1.6　“透明度”选项卡

5. 纹理空间 选项卡

单击“材料编辑器”对话框中的 纹理空间 选项卡，此时的“材料编辑器”对话框如图 14.1.7 所示，通过该对话框可以设置纹理空间的类型及相对应的参数。

图 14.1.7 所示的“材料编辑器”对话框中 纹理空间 选项卡的部分说明如下。

● 类型：该下拉列表中包括 任意平面、圆柱坐标系、球坐标系、自动定义 WCS 轴、Uv 和 摄像机方向平面 选项。

☑ 任意平面：选择该选项，以平面形式投影。

☑ 圆柱坐标系：选择该选项，以圆柱形的形式投影。

☑ 球坐标系：选择该选项，以球形的形式投影。

☑ 自动定义 WCS 轴：选择该选项，根据曲面法向选择 X、Y 或 Z 轴。

☑ Uv：从几何体的 UV 坐标映射，将参数坐标系分配到纹理空间。

☑ 摄像机方向平面：选择该选项，以摄像机所在平面方向进行投影。

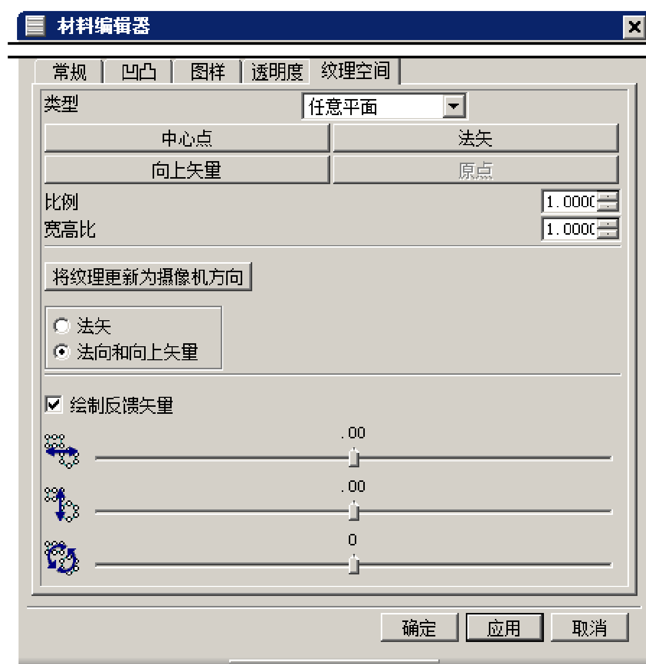


图 14.1.7 “纹理空间”选项卡

- 中心点：可以任意指定纹理空间的原点。可用于“任意平面”“圆柱形”“球形”纹理空间。
- 法矢：可以任意指定圆锥形或球形的垂直或主要轴。
- 向上矢量：可以任意指定纹理空间的参考轴。仅可用于“任意平面”纹理空间。
- 比例：指定纹理空间的总体大小。
- 宽高比：指定纹理空间的高度和宽度的比率。
- ☑ 绘制反馈矢量：可动态地调整对象的纹理设置。其效果取决于所应用的纹理空间类型。

14.2 灯光效果

在渲染的过程中为了得到各种特效的渲染图像，需要添加各种灯光效果来反映图形的特征，利用光源可加亮模型的一部分或创建背光以提高图像质量。在 UG NX 10.0 中灯光分为基本光源和高级光源两种。

14.2.1 基本光源

基本光源功能可以简单地设置渲染场景，其方法快捷方便。因为基本光源只有八个场景光源，并且场景光源在场景中的位置是固定不变的，所以基本光源存在一定的局限性。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 基本光(B)... 命令，系统弹出图 14.2.1 所示的“基本光”对话框。通过该对话框可以对八个场景光源进行编辑。

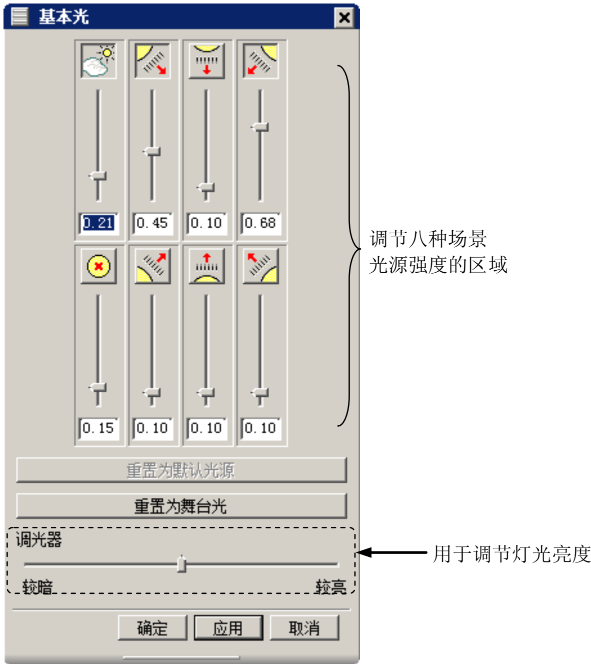


图 14.2.1 “基本光”对话框

图 14.2.1“基本光”对话框中的相关按钮说明如下。

- ：此按钮是为了设置场景环境灯光，在系统中默认为选中状态。
- ：此按钮是为了设置场景左上部方向灯光，在系统中默认为选中状态。
- ：用于添加场景顶部方向灯光。
- ：此按钮用于添加场景右上部方向灯光，在系统中默认为选中状态。
- ：此按钮用于添加场景正前部方向灯光。
- ：此按钮用于添加场景左下部方向灯光。
- ：此按钮用于添加场景底部方向灯光。
- ：此按钮用于添加场景右下部方向灯光。
- 重置为默认光源：单击此按钮，系统将自动设置为默认的光源。在系统默认的状态下，只打开、和。
- 重置为舞台光：单击此按钮，系统将重新设置所有光源，

此时所有基本光源全部打开。

14.2.2　高级光源

高级光源功能可以创建新的光源，并且设置和修改新的光源，因此高级光源与基本光源相比具有更高的灵活性和多样性。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 高级光(A)... 命令，系统弹出图 14.2.2 所示的“高级光”对话框。



图 14.2.2　“高级光”对话框

图 14.2.2 所示的“高级光”对话框的部分说明如下。

- （标准视线）：该光源放在 Z 轴上或者位于视点上，该光源在场景中不能产生阴影效果。
- （标准 Z 轴平行光）：该光源可以理解成在无限远处光源产生的光照效果。
- 开：此区域用于显示已经在渲染区域内的光源。在系统默认的状态下，只打开 、 和 。在该区域内选中一指定的光源，单击 按钮，此时被选中的光源将会被关闭。
- 关：此区域用于显示不在渲染区域内的光源。系统默认已经关闭的光源有 、 、 、 、 和 。在该区域内选中一指定的光源，单击 按钮，此时被选中的光源将会被显示在渲染区域内。

- 名称：用于定义灯光名称。
- 类型：用于定义灯光类型。
- 颜色：用于定义灯光的颜色。
- 强度：用于定义灯光照射的强度。

14.3　展示室环境设置

展示室环境是渲染的背景，它为渲染设置舞台，是渲染图像的一个组成部分。展示室环境包括“编辑器”“查看转台”“矢量构造器”。

14.3.1　编辑器

通过编辑器能够完成对环境立方体的编辑与设置操作。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 展示室环境(W)... 命令，系统弹出图14.3.1所示的“展示室环境”对话框。单击对话框中的 按钮，系统弹出图14.3.2所示的“编辑环境立方体图像”对话框。



图 14.3.1　“展示室环境”对话框

14.3.2　查看转台

查看转台功能能够从指定的旋转方位来观察每个壁的反射结果。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 展示室环境(W)... 命令，系统弹出“展示室环境”对话框。单击对话框中的 按钮，系统弹出图14.3.3所示的“转台设置”对话框。

图14.3.3所示的“转台设置”对话框中的按钮和下拉列表说明如下。

- 类型：用于定义旋转类型，主要包括以下三种类型。
  - ☑ 无：选取该选项，模型和展示室都保持相对静止。
  - ☑ 部件旋转：选取该选项，模型相对于展示室运动。
  - ☑ 环绕：选取该选项，展示室相对于模型运动。
- 速度：用于定义旋转快慢，主要包括慢、中和快三种。
- 任意旋转轴：任意指定一轴线为旋转中心轴线。
- 将旋转轴重置为屏幕 Y 轴：重置轴线，指定Y轴为旋转中心轴线。
- 运行转台：选定旋转类型和旋转中心轴线后，单击

此按钮转台产生旋转运动。

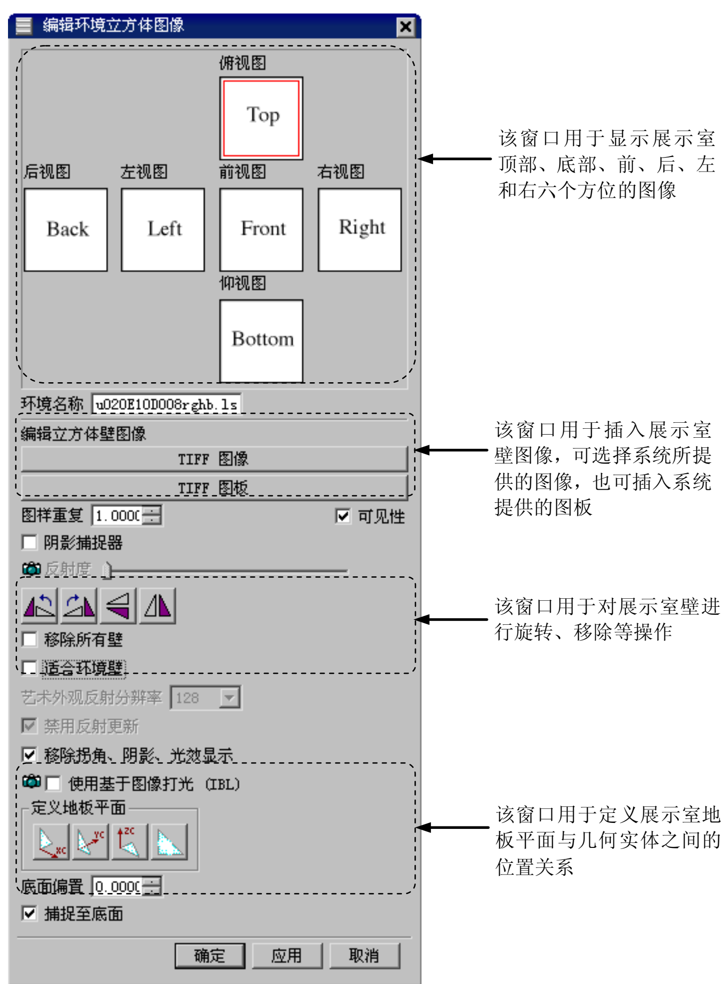


图 14.3.2 “编辑环境立方体图像”对话框

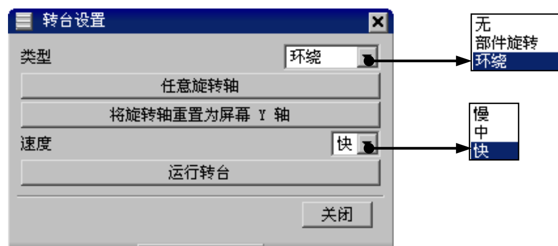


图 14.3.3 “转台设置”对话框

14.4 基本场景设置

在渲染的过程中常常需要对基本场景进行设置，从而达到更加逼真的效果。基本场景的设置包括“背景”“舞台”“反射”“光源”“基本图像的打光”。下面对其逐一进行介绍。

14.4.1 背景

在渲染的过程中想要表现出模型的特征，添加一个特定的背景往往能达到很好的效果。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 场景编辑器(N)... 命令，系统弹出“场景编辑器”对话框。单击对话框中的 背景 选项卡，此时的对话框如图 14.4.1 所示。

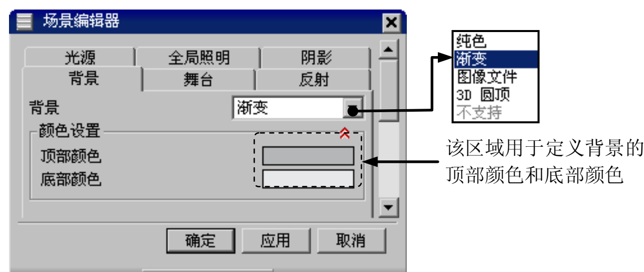


图 14.4.1 “场景编辑器”对话框

图 14.4.1 所示的“场景编辑器”对话框中的“背景”选项卡的部分说明如下。

- 背景 下拉列表中包括 纯色 、 渐变 、 图像文件 和 3D 圆顶 选项。
  - ☑ 纯色 ：选择该选项，用单色设置背景色。
  - ☑ 渐变 ：选择该选项，设置背景色渐变，顶部显示一种颜色，底部显示另一种颜色。
  - ☑ 图像文件 ：选择该选项，使用系统 NX 提供的图片或自己创建的图片来设置背景色。

14.4.2 舞台

舞台是一个壁面有反射的、不可见的或带有阴影捕捉器功能的立方体。

舞台的大小、位置、地板和壁纸等各项参数的设置是通过“基本场景编辑器”中的 舞台 选项卡来实现的。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 场景编辑器(N)... 命令，系统弹出“场景编辑器”对话框。单击对话框中的 舞台 选项卡，此时的对话框如图 14.4.2 所示。

图 14.4.2 所示的“场景编辑器”对话框中“舞台”选项卡的部分说明如下。

- 大小 ：指定舞台的大小。
- 偏置 ：用于指定舞台与模型的位置偏移。
- 材料类型 ：指定选定的底面/壁面的一种材料类型。该下拉列表包括阴影捕捉器、图像文件和不可见三种选项。
- 图样重复因子 ：指定图样重复的次数。

● 反射度：用于调整反射度。此功能仅在材料类型为反射时才可用。

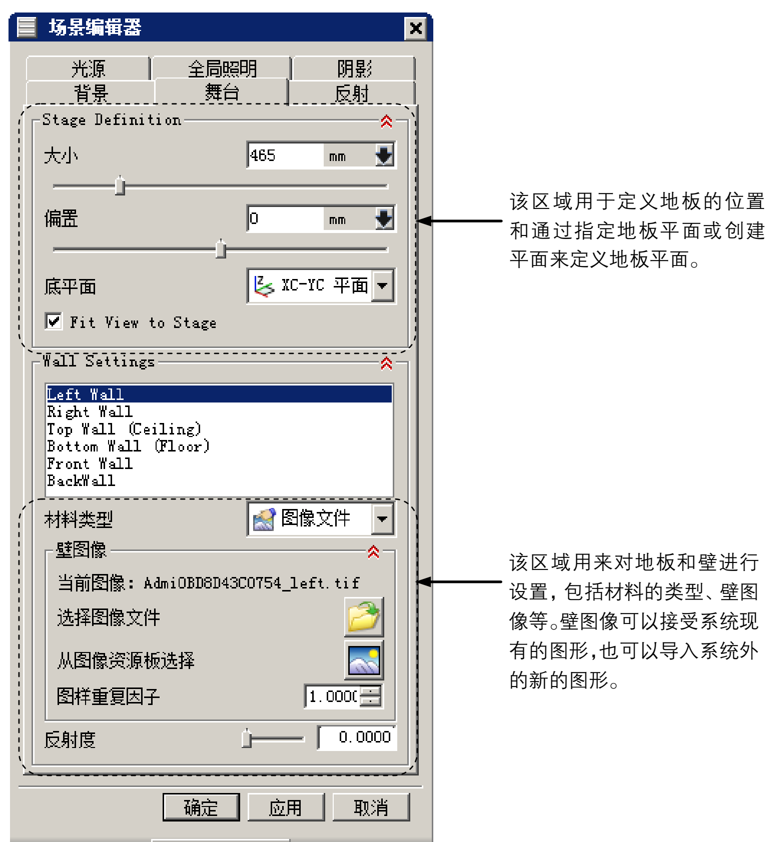


图 14.4.2 “舞台”选项卡

14.4.3 反射

通过光的反射将背景、舞台地板、舞台壁或用户指定的图像在模型中表现出来。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 场景编辑器(N)... 命令，系统弹出“场景编辑器”对话框。单击对话框中的 反射 选项卡，此时的对话框如图 14.4.3 所示。



图 14.4.3 “反射”选项卡

图 14.4.3 所示的“场景编辑器”对话框中“反射”选项卡的说明如下。

- 反射图：该下拉列表包括以下几项：
  - ☑ 2D 背景：该选项用于指定环境反射基于背景图像。
  - ☑ 舞台地板/壁：该选项用于指定环境反射基于舞台地面或壁面。
  - ☑ 基于图像打光：该选项用于指定环境反射基于“基于图像的灯光”设置。
  - ☑ 用户指定图像：该选项用于指定不同于背景的图像，基于图像的灯光并将其用于反射。还可以指定 TIFF、JPG 或 PNG 格式的任何图像或从 NX 提供的反射图像选项板中指定。

14.4.4　光源

在“场景编辑器”中可以对场景光源的类型、强度、光源的位置等属性进行设置。

选择下拉菜单 视图(V) ➞ 可视化(V) ➞ 场景编辑器(N)... 命令，系统弹出“场景编辑器”对话框。单击对话框中的 光源 选项卡，此时的对话框如图 14.4.4 所示。

图 14.4.4 所示的“场景编辑器”对话框中 光源 选项卡的部分说明如下。

- 强度：定义光照的强度。
- 阴影类型：该下拉列表用于设置阴影效果。其中包括 无、软边缘、硬边缘 和 高透明 四种选项。
- ☑ 使用基于图像打光：选中该复选框，则在光照列表中的单个光照的灯光效果不可用。

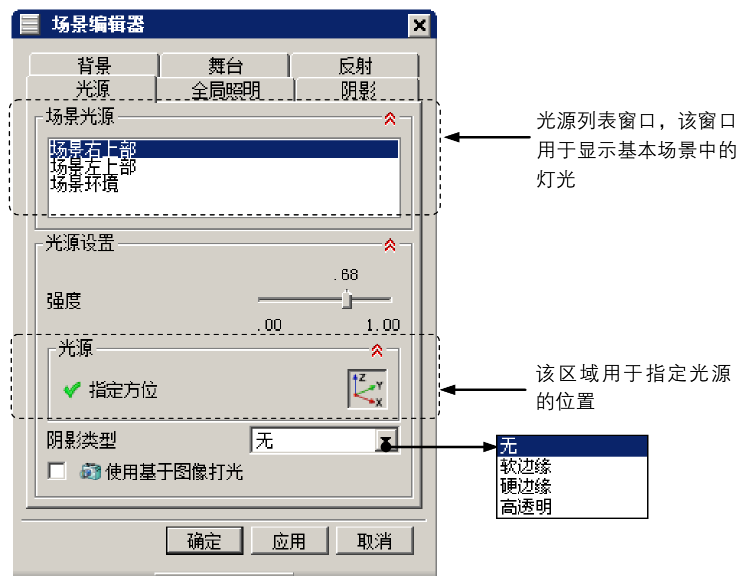


图 14.4.4　“光源”选项卡

14.4.5　全局照明

全局照明是对于 2D 图像场景定义复杂打光方案的一种方法。例如，使用室外场景图

像获得“天空”环境下的打光，也可以用室内图像设置“屋内”或“照相馆”打光环境。从 IBL 的图像也可以反射来自场景中的闪耀对象。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 场景编辑器(N)... 命令，系统弹出“场景编辑器”对话框。单击对话框中的 全局照明 选项卡，此时的对话框如图 14.4.5 所示。

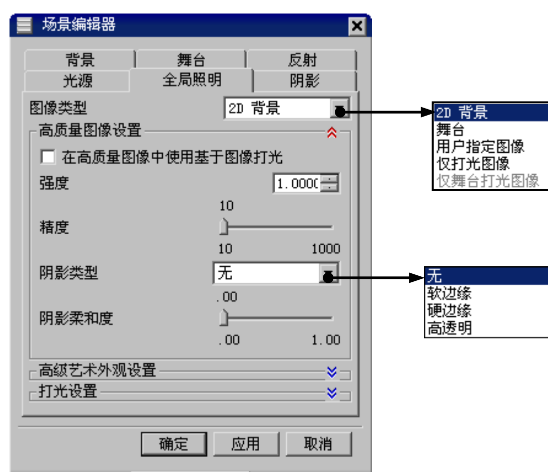


图 14.4.5 “全局照明”选项卡

14.5 视觉效果

14.5.1 前景

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 视觉效果(V)... 命令，系统弹出“视觉效果”对话框。单击对话框中的 前景 按钮，此时的对话框如图 14.5.1 所示。

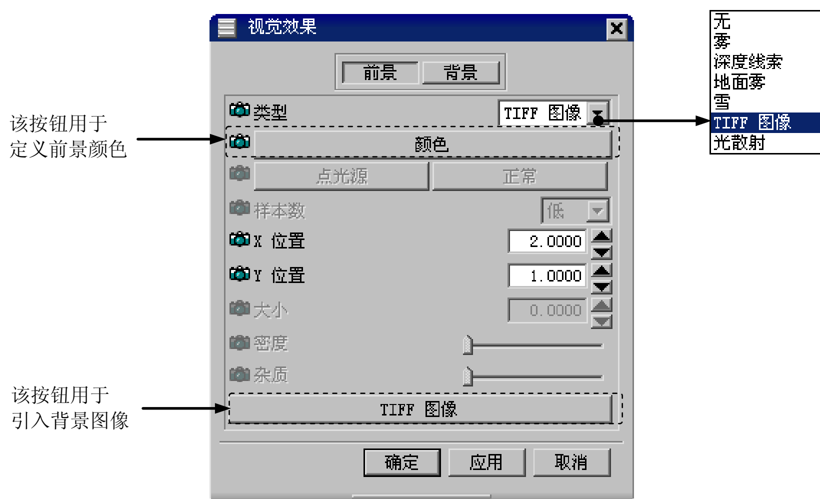


图 14.5.1 “视觉效果”对话框

图 14.5.1 所示的“视觉效果”对话框中“前景”选项卡的部分说明如下。

- 类型：该下拉列表用于设置场景的光源类型。其中包括：
  - ☑ 无：选取该选项，没有前景。
  - ☑ 雾：选取该选项，更改距离时，提供颜色的指数性衰减。
  - ☑ 深度线索：选取该选项，提供颜色在指定范围的线性衰减。
  - ☑ 地面雾：此项模拟一层随高度增加而变淡的雾。
  - ☑ 雪：此项提供在照相机前有雪花飘落的效果。
  - ☑ TIFF 图像：此项在生成的着色图片前面放置一个 Tiff 图片。
  - ☑ 光散射：生成一种光在大气中散射并衰减的效果。

14.5.2　背景

背景属性可以设置背景的总体类型、主要背景和次要背景三种类型。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 视觉效果(V)... 命令，系统弹出“视觉效果”对话框。单击对话框中的 背景 按钮，此时的对话框如图 14.5.2 所示。

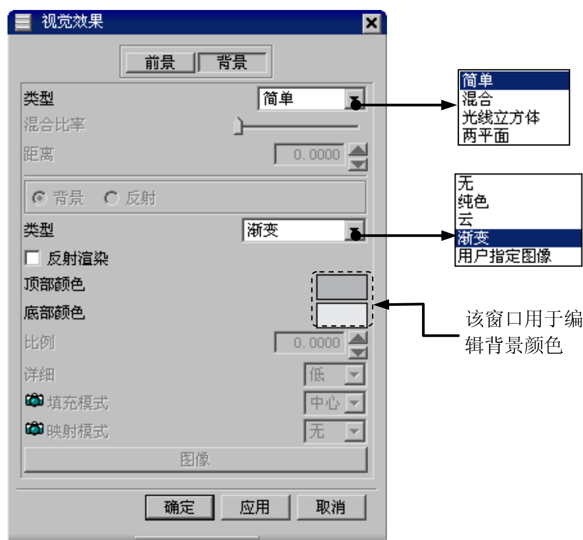


图 14.5.2　“背景”选项卡

图 14.5.2 所示的“视觉效果”对话框中“背景”选项卡的部分说明如下。

- 类型：该下拉列表用于设置背景的光源类型。其中包括：
  - ☑ 简单：该选项仅使用主要背景。
  - ☑ 混合：选中该选项，混合使用主要背景和次要背景。
  - ☑ 光线立方体：选中该选项，主要背景显示于该部件之后，而次要背景设置在视点之后，且仅在反射中可见。
  - ☑ 两平面：选中该选项，主要背景显示于该部件之后，而次要背景设置在视点

之后，且仅在反射中可见。

14.6　高质量图像

高质量图像功能可以制作出 24 位颜色，类似于照片效果的图片，该功能能够更加真实地反映出模型的外观，能够准确而有效地表达出设计人员的设计理念。使用“高质量图像”对话框可以创建静态渲染图像。这些静态图像可以保存到外部文件或进行绘制，或者可以生成一组图像以创建动画电影文件。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 高质量图像(H)... 命令，系统弹出图 14.6.1 所示的“高质量图像”对话框。



图 14.6.1　“高质量图像”对话框

图 14.6.1 所示的“高质量图像”对话框中相关说明如下。

- 方法：该下拉列表指的是渲染图片的方式，主要包括以下几种：
  - ☑ 平面：将模型的表面分成若干个小平面，每一个小平面都着上不同亮度的相同颜色，通过不同亮度的相同颜色来表现模型面的明暗变化。
  - ☑ 哥拉得：使用光滑的差值颜色来渲染，曲面的明暗连接比较光滑。着色速度比平面方法要慢。
  - ☑ 范奇：曲面的明暗连接连续光滑，但着色速度相对于“哥拉得”方法较慢。
  - ☑ 改进：该方法在范奇的基础上增加了材料、纹理、高亮反光和阴影的表现能力。
  - ☑ 预览：该方法在“改进”的基础上增加了材料透明性。
  - ☑ 照片般逼真的：该方法在“预览”的基础上增加了反锯齿设置的功能。
  - ☑ 光线追踪：该方法采用光线跟踪方式，根据反射光和折射光影响的增加，消减了镜像边缘的锯齿能力。
  - ☑ 光线追踪/FFA：与“光线追踪”方法相同，增加影响时消减了镜像边缘的锯齿能力。
  - ☑ 辐射：指场景中的间接灯光派生到自渲染图像上从表面反射的直接光。

☑ 混和辐射：使用标准渲染技术计算打光的辐射处理。

- 保存：单击该按钮，系统保存当前渲染的图像，保存格式为“tif”格式，但用户通过更改扩展名来保存其他格式的图像，如 GIF 或 JPEG。
- 绘图：单击该按钮，系统通过打印设备打印渲染图像。
- 开始着色：单击该按钮，系统开始自动进行渲染操作。
- 取消着色：单击该按钮，取消已经渲染的颜色。

14.7　艺术图像

艺术图像功能可以制作出艺术化图像，渲染成卡通、颜色衰减、铅笔着色、手绘、喷墨打印、线条、阴影和点刻八种特殊效果的图像。

选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 艺术图像(I)... 命令，系统弹出图 14.7.1 所示的“艺术图像”对话框。

图 14.7.1 所示的“艺术图像”对话框的相关说明如下。

- “艺术图像”的八种样式说明如下。



图 14.7.1　“艺术图像”对话框

☑ 卡通：一种动画式样效果，轮廓和边缘是粗线表示，颜色有所简化并有一定规则，可以控制线条的颜色和宽度。

☑ 颜色衰减：和“动画式样”一样，这种样式用线条显示边缘，用单一颜色填充线条之间的空间。用户可以指定线条的宽度和颜色。

☑ 铅笔着色：这种样式产生一种真正的“绘画”效果，用笔划和色彩漩涡反映并表现下属几何体的方向。用户可以更改笔划的长度和密度。

☑ 手绘：这种样式中的对象使用线条渲染，线条看起来是由各种笔划组成的。这种样式可以指定墨水颜色和缝隙大小。

☑ 喷墨打印：这种样式的显示效果非常类似其他基于线条样式的照相底片。这种样式允许用户指定墨水颜色和缝隙大小。

☑ 线条和阴影：这种样式将几何对象的简单线条表示与阴影区的单色着色效果结合在一起。可以控制线条的颜色和宽度以及阴影区的颜色。

☑ 粗糙铅笔：这种类型的效果就好像对每个线条进行了多次润色，每个线条都带有一些小的误差。可以控制线条的颜色、宽度和数量、线条偏差以及线条的均匀性。

☑ 点刻：这种效果将图像渲染为一系列不规则的点或点画。用户还可以使用每条点画的下属几何体颜色。

- ：单击该按钮，系统将重置为默认选项。
- ：单击该按钮渲染操作。
- ：单击该按钮取消渲染操作。
- 轮廓颜色：用于定义轮廓线颜色。
- 轮廓宽度：用于定义轮廓线宽度。

14.8 渲染范例 1——机械零件的渲染

本节介绍一个零件模型渲染成钢材质效果的详细操作过程。

Task1. 打开模型文件

打开文件 D:\ug10pd\work\ch14.08\fix_bottom.prt。

Task2. 设置材料/纹理

Step1. 添加材料到部件中（注：本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch14.08\reference\文件下的语音视频讲解文件 fix_bottom-r01.avi）。

说明：模型添加材料后，如果要显示其材料外观，必须将模型的渲染样式改为艺术外观模式；添加材料后，如果要去除模型材料可将图 14.8.1 所示的“None”图标拖动到模型当中。

Step2. 编辑材料（注：本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch14.08\reference\文件下的语音视频讲解文件 fix_bottom-r02.avi）。

Task3. 展示室环境的设置

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 展示室环境(W)... 命令，系统弹出“展示室环境”对话框。

Step2. 定义编辑器。单击“展示室环境”对话框中的“编辑器”按钮，系统弹出“编辑环境立方体图像”对话框。

Step3. 设置地板平面。单击定义地板平面区域中的“调用平面子功能”按钮，然后选择图 14.8.2 所示的模型底面，单击按钮调整方向（图 14.8.2），单击确定按钮，完成设置，结果如图 14.8.3 所示。

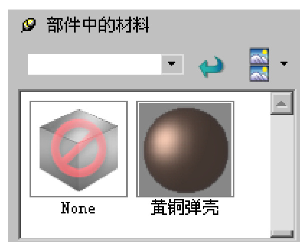


图 14.8.1　“部件中的材料”窗口

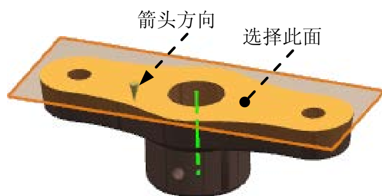


图 14.8.2　定义参照面

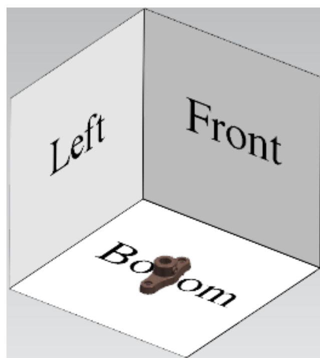


图 14.8.3　设置地板平面

Step4. 修改“仰视图”图像。按图 14.8.4 所示和图 14.8.5 所示中的编号（1～5）依次操作，然后在图样重复文本框中输入值 4，单击确定按钮，完成仰视图的修改。

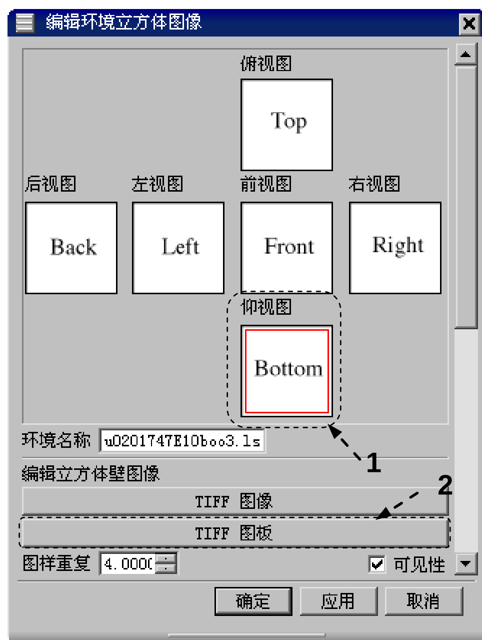


图 14.8.4　编辑环境立方体图像

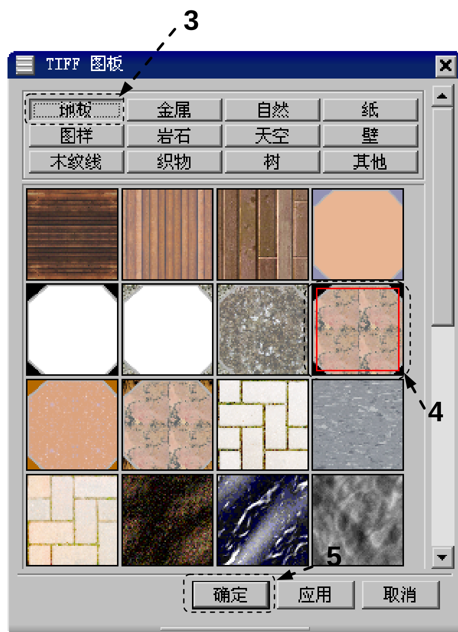


图 14.8.5　TIFF 图板

Step5. 参照 Step4 的详细操作步骤修改“左视图”图像。选择 TIFF 图板“其他”选项卡中的 fireplace（第一排第四个）图像，图样重复为 1。

Step6. 参照 Step4 的详细操作步骤修改“前视图”图像。选择 TIFF 图板“壁”选项卡中的 cobbles（第三排第二个）图像，图样重复为 4。

Step7. 参照 Step4 的详细操作步骤修改“右视图”图像。选择 TIFF 图板“壁”选项卡中的 english2（第一排第三个）图像，图样重复为 4。

Step8. 参照 Step4 的详细操作步骤修改“后视图”图像。选择 TIFF 图板“壁”选项卡中的 cobbles（第三排第二个）图像，图样重复为 4。

Step9. 参照 Step4 的详细操作步骤修改“俯视图”图像。选择 TIFF 图板“天空”选项卡中的 puff_clouds（第一排第三个）图像，图样重复为 1。

Task4. 灯光设置

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 高级光源(A)... 命令，系统弹出“高级光源”对话框。

Step2. 定义环境光源。光源的设置方案如下。

（1）添加“标准 Z 聚光”。选中“高级光源”对话框中 灯光列表 的 关 区域中的“标准 Z 聚光”按钮，然后单击按钮，此时“标准 Z 聚光”被添加到环境光源 开 区域中。

（2）在 基本设置 区域 类型 下拉列表中选择 聚光灯 选项，在 强度 选项中定义其强度为 23。

（3）调节光源位置。单击 定向灯光 区域的按钮，系统弹出“点”对话框，在 类型 下拉列表中选择 圆弧中心/椭圆中心/球心 选项，然后选择图 14.8.6 所示的边线，单击 确定 按钮，完成操作。

（4）拖动源。单击 定向灯光 区域“拖动源”按钮，然后单击按钮，在弹出的“点”对话框中输入坐标值 145、980、800，单击对话框中的 确定 按钮，结果如图 14.8.7 所示。

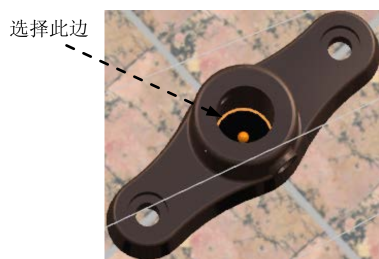


图 14.8.6 定义参照边



图 14.8.7 定义光源位置

（5）设置阴影和强度衰减。在 阴影设置 区域选中 ☑ 阴影 复选框，在 详细 下拉列表中选择 标准（仅用于高质量图像） 选项，在 边 下拉列表中选择 特柔和（仅用于高质量图像） 选项。然后在 强度衰减 区域单击“线性倒数”按钮，单击 确定 按钮，完成操作。

Task5. 编辑场景

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 场景编辑器(N)... 命令，系统弹出"场景编辑器"对话框。

Step2. 设置光源。在"场景编辑器"对话框中单击 光源 选项卡，在 场景光源 区域选择 标准 Z 聚光 选项，然后选中 ☑ 使用基于图像打光 复选框。

Step3.设置全局照明。单击 全局照明 选项卡，在 高质量图像设置 区域选中 ☑ 在高质量图像中使用基于图像打光 和 ☑ 将光源用于阴影捕捉器 复选框，在 强度 后的文本框中输入值 0.8，然后拖动滑块调整 精度 为 1000；在 高级艺术外观设置 区域选中 ☑ 使用基于实时图像打光 复选框，在 精度 文本框中输入值 6。

Step4. 其他选项卡采用系统默认设置，单击"场景编辑器"对话框中的 确定 按钮，完成场景编辑的操作。

Task6. 设置高质量图像

Step1. 选择命令。选择下拉菜单 视图(V) → 可视化(V) → 高质量图像(H)... 命令，系统弹出"高质量图像"对话框。

Step2. 定义渲染方法。在 方法 下拉列表中选择 光线追踪 选项。

Step3. 定义渲染操作。单击 开始着色 按钮，系统开始自动着色。此时能看到模型的变化（此操作后的对话框中的按钮均为激活状态）。

Step4. 保存渲染后模型图像。单击 保存 按钮，系统弹出图 14.8.8 所示的"保存图像"对话框。单击"保存图像"对话框中的 列出文件 按钮，系统弹出保存路径对话框，在该对话框中单击 OK 按钮，然后单击"保存图像"对话框中的 确定 按钮。

Step5. 单击 确定 按钮，完成高质量图像的设置，如图 14.8.9 所示。



图 14.8.8　"保存图像"对话框



图 14.8.9　高质量图像

Task7. 保存零件模型

说明：在随书光盘中可以找到本例完成的效果图（D:\ug10pd\work\ch14.08\fix_bottom_ok）。

14.9 渲染范例 2——图像渲染

本节介绍在零件模型上贴图渲染效果的详细操作过程。

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch14.09\link_beam.prt。

Step2. 添加材料到部件中（本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch14.09\reference\文件下的语音视频讲解文件 link_beam-r01.avi）。

Step3. 单击左侧工具条中的“部件中的材料”按钮，然后在该区域空白处右击，选择新建条目 → 可视化贴花命令，系统弹出“贴花”对话框。

Step4. 给模型表面贴图。

（1）在“贴花”对话框中单击图像区域中的按钮，系统弹出“贴花图像”对话框，在其中选取 D:\ug10pd\work\ch14.09\logo.tif 文件，单击OK按钮。

（2）定义贴花对象。选择图 14.9.1 所示的模型表面为要贴花的对象。

（3）定义放置位置。在放置区域的锚点类型下拉列表中选择中下选项，然后单击指定原点激活该区域，然后在图 14.9.1 所示的面上任意位置单击，单击按钮，在系统弹出的“点”对话框中输入坐标值 0、-76、-40，单击确定按钮；单击指定向上矢量激活该区域，然后在其后面的矢量下拉列表中选择ZC选项，单击指定法矢激活该区域，然后在其后面的矢量下拉列表中选择-YC选项；在旋转角度文本框中输入值 0。

说明：在面上选择位置单击时，要确认“点在面上”的捕捉按钮处于按下状态。

（4）定义缩放方法。在缩放区域的缩放方法下拉列表中选择均匀比例选项，在比例文本框中输入值 420。在宽高比文本框中输入值 0.45，单击确定按钮，完成设置。

Step5. 选择命令。选择下拉菜单视图(V) → 可视化(V) → 场景编辑器(N)...命令，系统弹出“场景编辑器”对话框。

Step6. 设置背景。在“场景编辑器”对话框中单击背景选项卡，在背景下拉列表中选择纯色选项，然后颜色设置为白色，单击确定按钮，完成设置。

Step7. 选择命令。选择下拉菜单视图(V) → 可视化(V) → 高质量图像(H)...命令，系统弹出“高质量图像”对话框。

Step8. 定义渲染方法。在方法下拉列表中选择光线追踪/FFA选项。

Step9. 定义渲染操作。单击开始着色按钮，系统开始自动着色。此时能看到模型的变化（此操作后的对话框中的按钮均为激活状态）。

Step10. 保存渲染后模型图像。单击保存按钮，系统弹出“保存图像”对话框。单击“保存图像”对话框中的列出文件按钮，系统弹出保存路径对话框，

在该对话框中单击 OK 按钮，然后单击“保存图像”对话框中的 确定 按钮。

Step11. 单击 确定 按钮，完成高质量图像的设置，如图 14.9.2 所示。

说明：在随书光盘中可以找到本例完成的效果图（D:\ug10pd\work\ch14.09\link_beam.tif）。

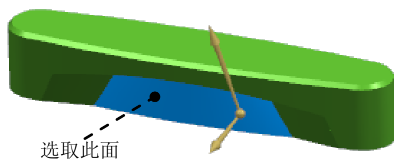


图 14.9.1　定义参照面

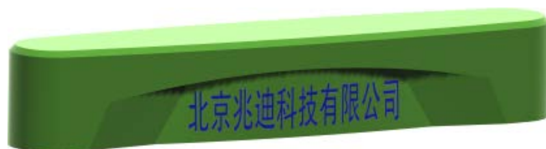


图 14.9.2　高质量图像

第 15 章　管道布线设计

15.1　管道设计概述

UG NX 10.0 管道设计模块的应用十分广泛，所有用到管道的地方都可以使用该模块。如大型设备上面的管道系统、各种厂房、车间管道系统等的管道设计占很大比例，各种管道、阀门、泵、探测单元交织在一起，错综复杂，利用 UG NX 10.0 中的三维管道模块能够实现快速设计，使管道线路更加清晰，有效避免干涉现象，可以快速、高效地进行管道设计。

UG NX 10.0 管道模块为管道设计提供了非常高端的工具，在一些复杂的管道设计中，合理利用这些工具，可以大大减轻用户在二维设计中的难度，使设计者的思路得到充分的发挥和延伸，提高设计者的工作效率和设计质量。

UG NX 10.0 管道模块具有以下特点。

- 在结构件的基础上生成完整的数字化模型、真实模拟实际管道设计。
- 检查管道、设备之间的干涉情况。
- 生成详细的管道布置物料清单，指导实际施工。
- 为设计者提供了清晰的设计思路，减少了沉重的大脑负担。
- 在使用过程中可以充分调用现成管件，减少了建模的时间，缩短研发周期。

管道设计必须在一个装配文件的基础上进行，进行管道设计时一般只需和管道相关的结构件即可。对于零件较多、结构较复杂的装配体，可以采用 WAVE 链接将相关结构件几何复制到管道系统节点中。

15.1.1　UG NX 10.0 管道设计工作界面

打开文件 D:\ug10pd\work\ch15.01\PIPELINE_DESIGN.prt。

选择下拉菜单 启动 → 所有应用模块 → 管线布置(R) → 机械(M)... 命令，即可进入管道设计模块，主要是“机械管线布置”工具条，如图 15.1.1 所示，管道设计界面如图 15.1.2 所示。



图 15.1.1　“机械管线布置”工具条

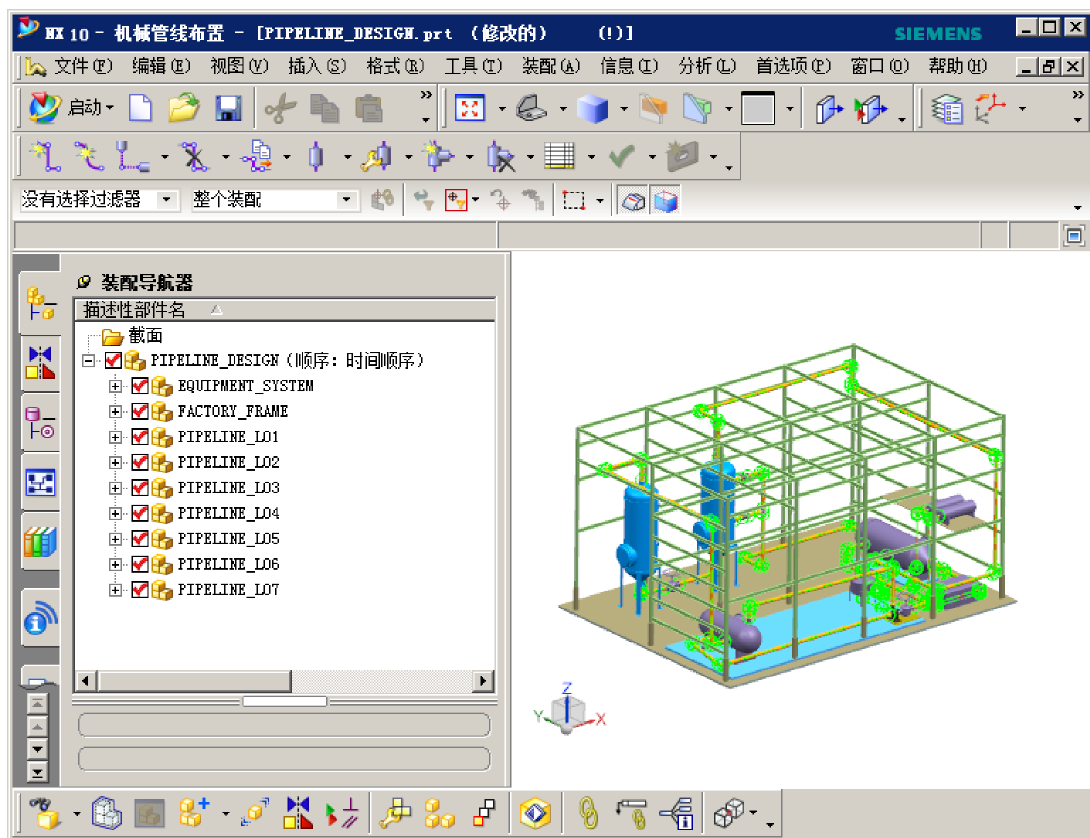


图 15.1.2　管道设计界面

15.1.2　UG NX 10.0 管道设计的工作流程

UG NX 10.0 管道设计的一般工作流程如下。

（1）在产品模型中创建管道系统节点。

（2）在管道系统节点中创建各种路径参考。

（3）创建布置管道路径。

（4）编辑并修改管道路径。

（5）指派型材。

（6）添加管道元件。

（7）创建管道通路。

（8）检查管道路径规则。

（9）创建工程图及明细表。

15.2　管道布线综合应用

应用概述：

图 15.2.1 所示的是一简单车间管道系统，在该管道系统中包括一些常见的管道设备（如泵、阀、压力容器设备等），本范例以该车间管道系统为例介绍在 UG NX 10.0 中进行管道布线设计的一般过程。首先是管道部件的设计，然后是管道路径的设计，特别是管道路径的设计，在本范例中介绍了几种常见的管道路径的设计方法；另外，在管道路径中添加管道部件的方法和技巧也是读者需要掌握的。

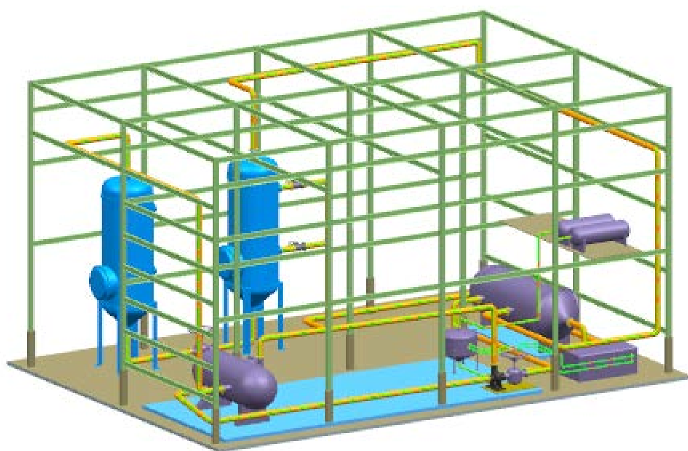


图 15.2.1　车间管道布线设计

15.2.1　进入管道设计模块

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch15.02 \ex\PIPELINE_DESIGN.prt，如图 15.2.2 所示。

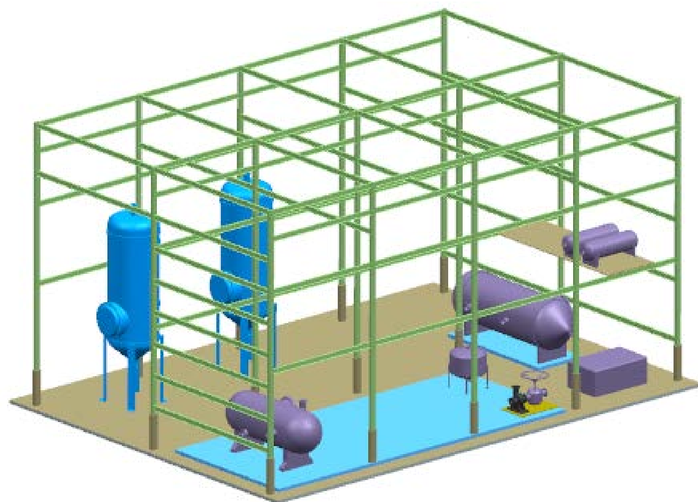


图 15.2.2　装配模型

Step2. 进入管道设计环境。选择下拉菜单 启动 → 所有应用模块 → 管线布置(R) → 机械(M)... 命令，进入管道设计模块。

15.2.2　管道部件设计

Stage1. 定义 EQUIPMENT_TANK01 端口属性

Step1. 在装配导航器中右击 equipment_tank01 节点，选择 设为显示部件 命令。

Step2. 在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件 命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的 管线部件类型 区域中选中 ⊙ 连接件 单选项，在右侧的下拉列表中选择 连接件 选项，如图 15.2.3 所示。

Step3. 定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。

① 新建连接件端口属性。右击“审核部件”对话框 端口 下方的 连接件 选项，在弹出的快捷菜单中选择 新建 命令，系统弹出图 15.2.4 所示的“连接件端口”对话框。

② 定义端口原点。在“连接件端口”对话框的 选择步骤 区域中按下“原点”按钮（左起第一个按钮，默认被按下），在 过滤器 下拉列表中选择 面 选项，在模型中选取图 15.2.5 所示的模型表面为参考，定义该面的中心为原点。

③ 定义端口对齐矢量。在“连接件端口”对话框中按下“对齐矢量”按钮，采用系统默认的矢量方向（图 15.2.5）。

说明：若方向不同可单击 循环方向 按钮调整。

④ 单击两次 确定 按钮，完成属性定义。

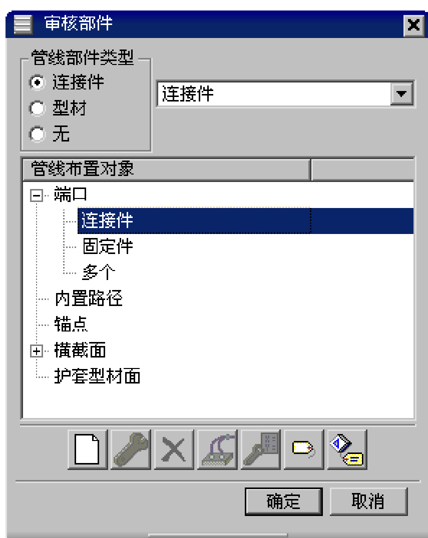


图 15.2.3　“审核部件”对话框

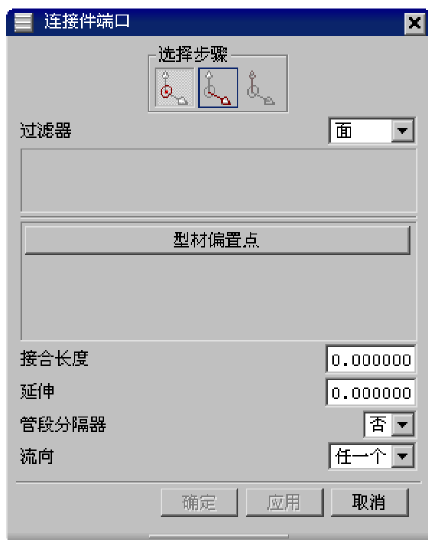


图 15.2.4　“连接件端口”对话框

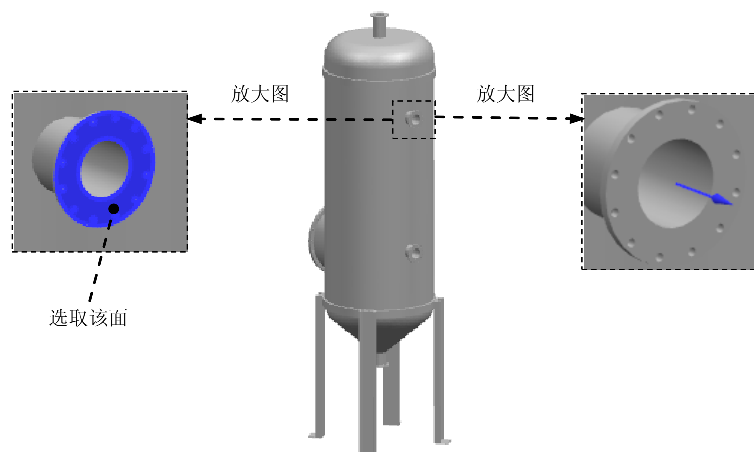


图 15.2.5　定义第一个连接件端口属性

（2）定义第二个连接件端口属性。

① 新建连接件端口属性。右击“审核部件”对话框端口下方的连接件选项，在弹出的快捷菜单中选择新建命令，系统弹出“连接件端口”对话框。

② 定义端口原点。在“连接件端口”对话框的选择步骤区域中按下“原点”按钮，在过滤器下拉列表中选择面选项，在模型中选取图 15.2.6 所示的模型表面为参考，定义该面的中心为原点。

③ 定义端口对齐矢量。在“连接件端口”对话框中按下“对齐矢量”按钮，采用系统默认的矢量方向（图 15.2.6）。

④ 单击两次确定按钮，完成属性定义。

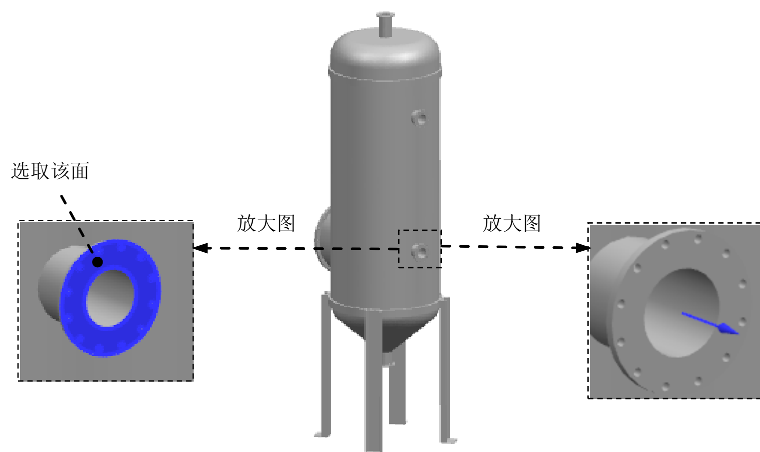


图 15.2.6　定义第二个连接件端口属性

（3）定义第三个连接件端口属性。参照步骤（2）选取图 15.2.7 所示的参考面定义图 15.2.7 所示的第三个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.7 所示。

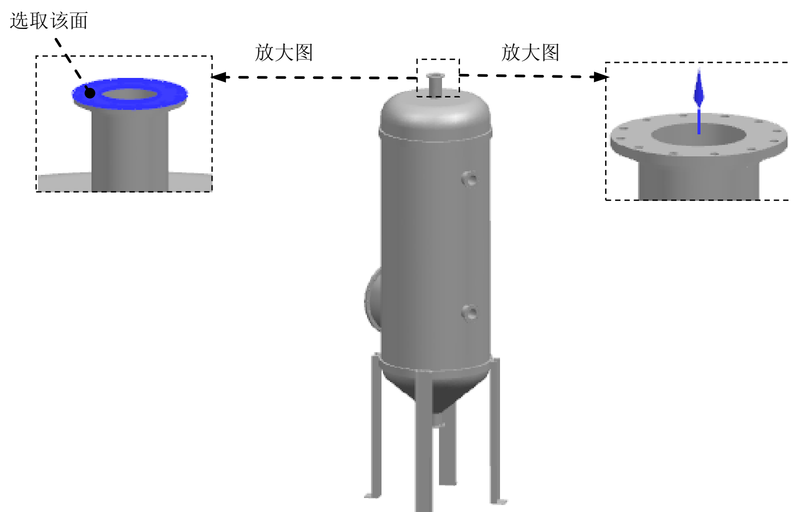


图 15.2.7　定义第三个连接件端口属性

（4）定义第四个连接件端口属性。参照步骤（2）选取图 15.2.8 所示的参考面定义图 15.2.8 所示的第四个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.8 所示。

（5）单击“审核部件”对话框中的 确定 按钮。

Step4. 保存零件模型，然后关闭零件窗口。

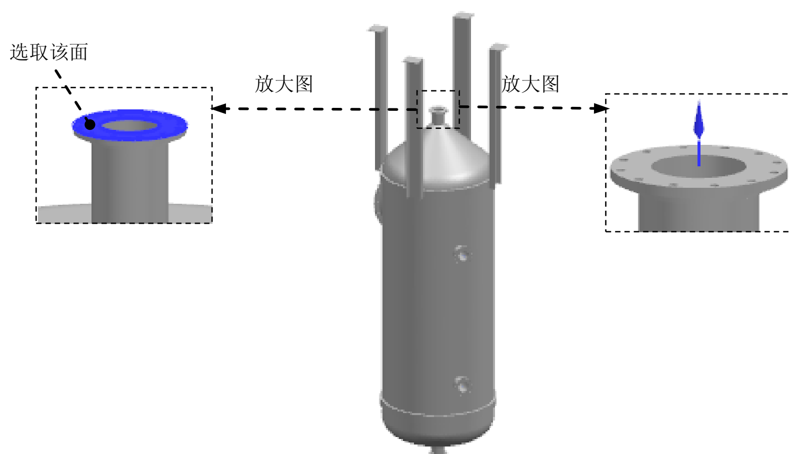


图 15.2.8　定义第四个连接件端口属性

Stage2. 定义 EQUIPMENT_TANK02 端口属性

Step1. 在装配导航器中右击 equipment_tank02 节点，选择 设为显示部件 命令。

Step2. 在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件 命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的 管线部件类型 区域中选中 连接件 单选项，在右侧的下拉列表中选择 连接件 选项。

Step3. 定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.9 所示的参考面定义图 15.2.9 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.9 所示。

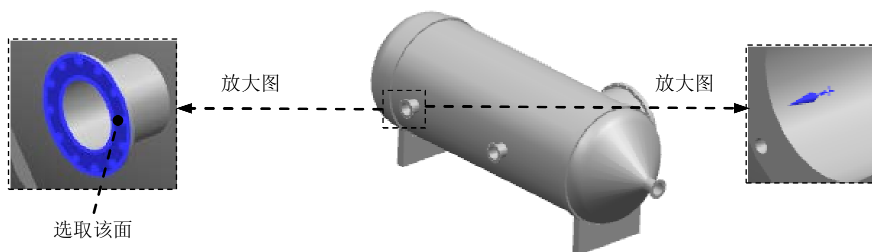


图 15.2.9　定义第一个连接件端口属性

（2）定义第二个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.10 所示的参考面定义图 15.2.10 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.10 所示。

（3）定义第三个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.11 所示的参考面定义图 15.2.11 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.11 所示。

（4）单击“审核部件”对话框中的确定按钮。

Step4. 保存零件模型，然后关闭零件窗口。

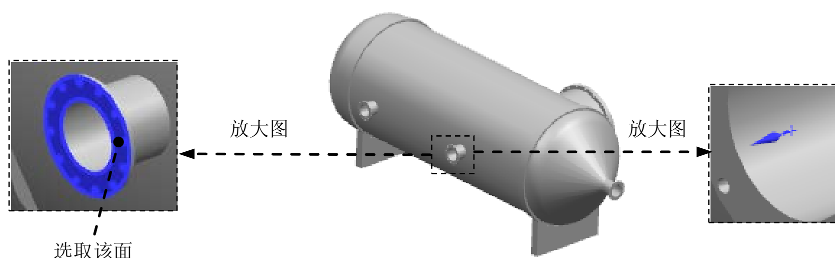


图 15.2.10　定义第二个连接件端口属性

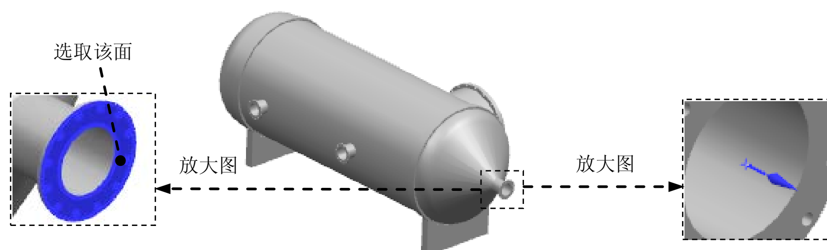


图 15.2.11　定义第三个连接件端口属性

Stage3. 定义 EQUIPMENT_TANK03 端口属性

Step1. 在装配导航器中右击 equipment_tank03 节点，选择 设为显示部件命令。

Step2. 在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的管线部件类型区域中选中 连接件单选项，在右侧的下拉列表中选择连接件选项。

Step3. 定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.12 所示的参考面定义图 15.2.12 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.12 所示。

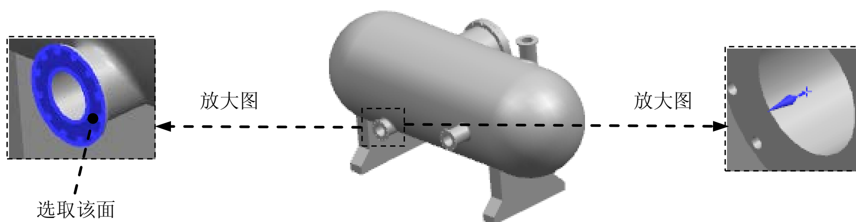


图 15.2.12　定义第一个连接件端口属性

（2）定义第二个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.13 所示的参考面定义图 15.2.13 所示的第二个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.13 所示。

（3）定义第三个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.14 所示的参考面定义图 15.2.14 所示的第三个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.14 所示。

（4）单击“审核部件”对话框中的 确定 按钮。

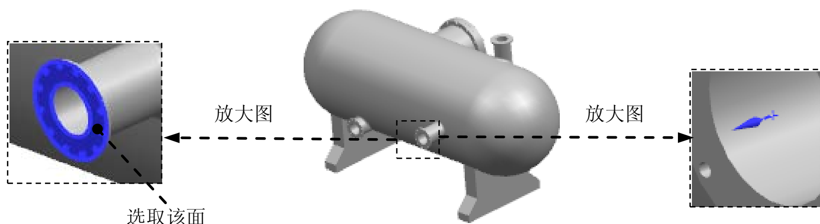


图 15.2.13　定义第二个连接件端口属性

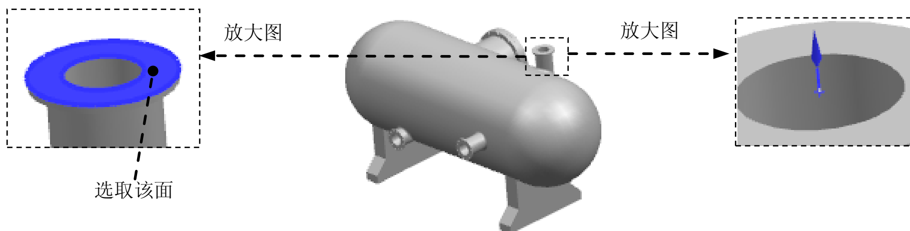


图 15.2.14　定义第三个连接件端口属性

Step4. 保存零件模型，然后关闭零件窗口。

Stage4. 定义 SAMPLE_TANK01 端口属性

Step1. 在装配导航器中右击 sample_Tank01 节点，选择 设为显示部件 命令。

Step2. 在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件 命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的 管线部件类型 区域中选中 连接件 单选项，在右侧的下拉列表中选择 连接件 选项。

Step3. 定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.15 所示的参考面定义图 15.2.15 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.15 所示。

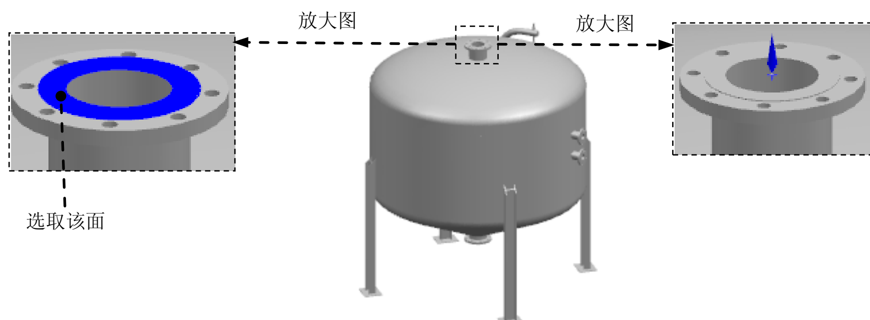


图 15.2.15 定义第一个连接件端口属性

（2）参照上一步创建其余三个端口属性（具体操作请参考随书光盘录像）。

（3）单击“审核部件”对话框中的 确定 按钮。

Step4. 保存零件模型，然后关闭零件窗口。

Stage5. 定义 SAMPLE_TANK02 端口属性

Step1. 在装配导航器中右击 sample_Tank02 节点，选择 设为显示部件 命令。

Step2. 在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件 命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的 管线部件类型 区域中选中 连接件 单选项，在右侧的下拉列表中选择 连接件 选项。

Step3. 定义连接件端口属性。

（1） 参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.16 所示的参考面定义图 15.2.16 所示的连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.16 所示。

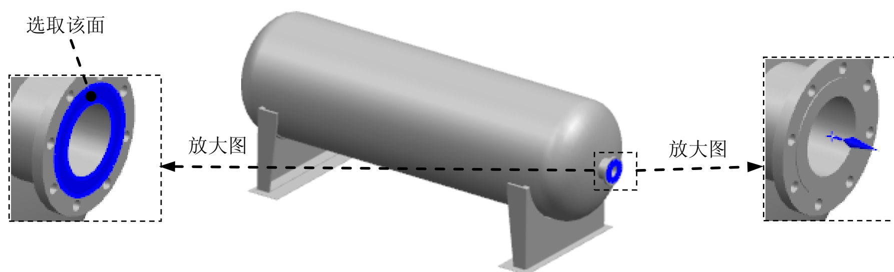


图 15.2.16 定义连接件端口属性

（2）单击“审核部件”对话框中的 确定 按钮。

Step4. 保存零件模型，然后关闭零件窗口。

Stage6．定义 OIL_TANK 端口属性

Step1．在装配导航器中右击☑ OIL_TANK节点，选择 设为显示部件命令。

Step2．在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的管线部件类型区域中选中 ⊙ 连接件单选项，在右侧的下拉列表中选择连接件选项。

Step3．定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.17 所示的参考面定义图 15.2.17 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.17 所示。

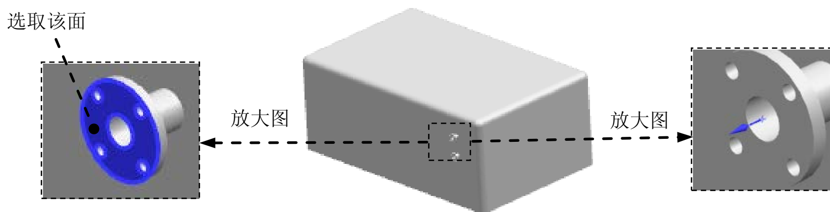


图 15.2.17 定义第一个连接件端口属性

（2）参照上一步创建其余端口属性（具体操作请参考随书光盘录像）。

（3）单击“审核部件”对话框中的确定按钮。

Step4．保存零件模型，然后关闭零件窗口。

Stage7．定义 PUMP 端口属性

Step1．在装配导航器中右击☑ pump节点，选择 设为显示部件命令。

Step2．在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的管线部件类型区域中选中 ⊙ 连接件单选项，在右侧的下拉列表中选择连接件选项。

Step3．定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.18 所示的参考面定义图 15.2.18 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.19 所示。

（2）参照上一步创建其余端口属性（具体操作请参考随书光盘录像）。

（3）单击“审核部件”对话框中的确定按钮。

Step4．保存零件模型，然后关闭零件窗口。

Stage8．定义 VALVE 端口属性

Step1．在装配导航器中右击☑ valve节点，选择 设为显示部件命令。

Step2．在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的管线部件类型区域中选中 ⊙ 连接件单选项，在右侧的下拉列表

中选择连接件选项。

Step3. 定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.20 所示的参考面定义图 15.2.20 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.21 所示。

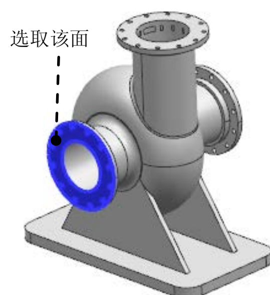


图 15.2.18　定义原点参考

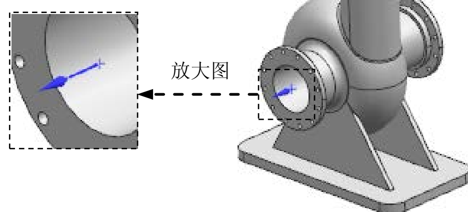


图 15.2.19　定义对齐矢量

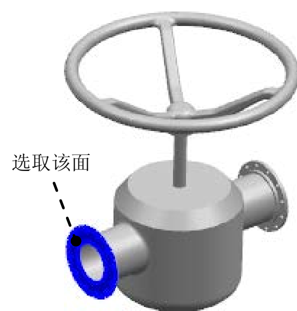


图 15.2.20　定义原点参考

（2）参照上一步创建其余端口属性（具体操作请参考随书光盘录像）。

（3）单击“审核部件”对话框中的确定按钮。

Step4. 保存零件模型，然后关闭零件窗口。

Stage9. 定义 FLANGE_150_NPS2 端口属性

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch15.02\ex\FLANGE_150_NPS2.prt。

Step2. 在“机械管线布置”工具条中选择审核部件命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的管线部件类型区域中选中连接件单选项，在右侧的下拉列表中选择连接件选项。

Step3. 定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.22 所示的参考面定义图 15.2.22 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.23 所示。

（2）参照上一步创建其余端口属性（具体操作请参考随书光盘录像）。

（3）单击“审核部件”对话框中的确定按钮。

Step4. 保存零件模型，然后关闭零件窗口。

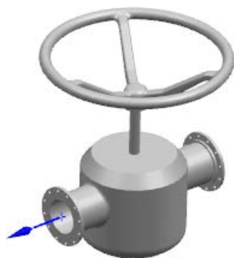


图 15.2.21　定义对齐矢量

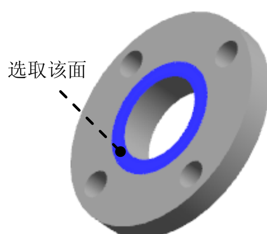


图 15.2.22　定义原点参考

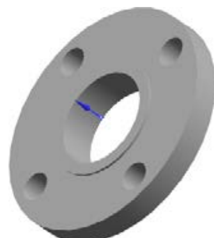


图 15.2.23　定义对齐矢量

Stage10．定义 FLANGE_150_NPS5 端口属性

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch15.02\ex\ FLANGE_150_NPS5.prt。

Step2．在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件 命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的 管线部件类型 区域中选中 ⊙ 连接件 单选项，在右侧的下拉列表中选择 连接件 选项。

Step3．定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.24 所示的参考面定义图 15.2.24 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.25 所示。

（2）参照上一步创建其余端口属性（具体操作请参考随书光盘录像）。

（3）单击“审核部件”对话框中的 确定 按钮。

Step4．保存零件模型，然后关闭零件窗口。

Stage11．定义 FLANGE_150_NPS12 端口属性

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch15.02\ex\ FLANGE_150_NPS12.prt。

Step2．在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件 命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的 管线部件类型 区域中选中 ⊙ 连接件 单选项，在右侧的下拉列表中选择 连接件 选项。

Step3．定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.26 所示的参考面定义图 15.2.26 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.27 所示。

（2）参照上一步创建其余端口属性（具体操作请参考随书光盘录像）。

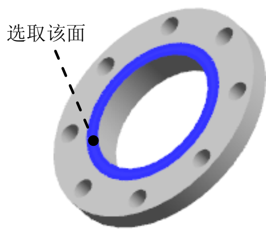


图 15.2.24　定义原点参考

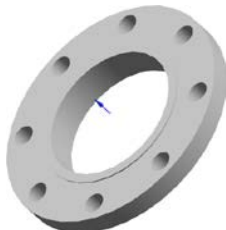


图 15.2.25　定义对齐矢量

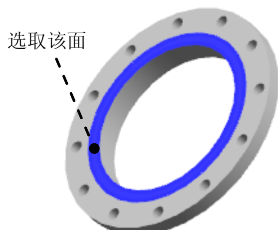


图 15.2.26　定义原点参考

（3）单击“审核部件”对话框中的 确定 按钮。

Step4．保存零件模型，然后关闭零件窗口。

Stage12．定义 GLOBE_VALVE_150_2500 端口属性

Step1．打开文件 D:\ug10pd\work\ch15.02\ex\GLOBE_VALVE_150_2500.prt。

Step2．在“机械管线布置”工具条中选择 审核部件 命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的 管线部件类型 区域中选中 ⊙ 连接件 单选项，在右侧的下拉列表表

中选择连接件选项。

Step3. 定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.28 所示的参考面定义图 15.2.28 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.29 所示。

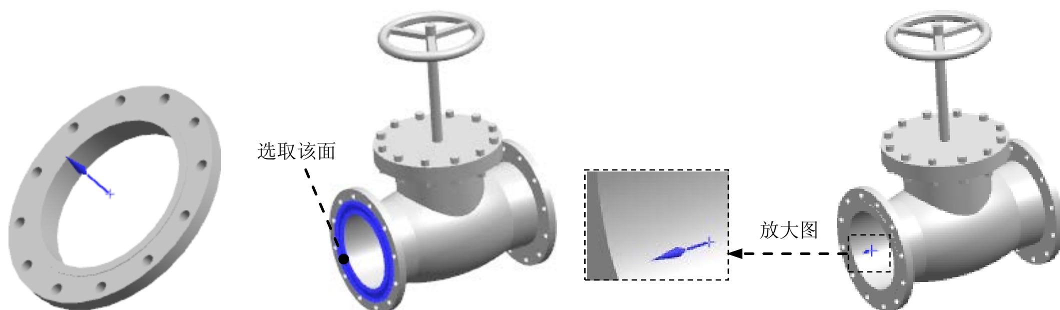


图 15.2.27 定义对齐矢量　　图 15.2.28 定义原点参考　　图 15.2.29 定义对齐矢量

（2）参照上一步创建其余端口属性（具体操作请参考随书光盘录像）。

（3）单击“审核部件”对话框中的确定按钮。

Step4. 保存零件模型，然后关闭零件窗口。

Stage13. 定义 STRAIGHT_TEE 端口属性

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch15.02\ex\ STRAIGHT_TEE.prt。

Step2. 在“机械管线布置”工具条中选择审核部件命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的管线部件类型区域中选中连接件单选项，在右侧的下拉列表中选择连接件选项。

Step3. 定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.30 所示的参考面定义图 15.2.30 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.31 所示。

（2）参照上一步创建其余端口属性（具体操作请参考随书光盘录像）。

（3）单击“审核部件”对话框中的确定按钮。

Step4. 保存零件模型，然后关闭零件窗口。

Stage14. 定义 BALL_VALVE 端口属性

Step1. 打开文件 D:\ug10pd\work\ch15.02\ex\ BALL_VALVE.prt。

Step2. 在“机械管线布置”工具条中选择审核部件命令，系统弹出“审核部件”对话框。在“审核部件”对话框的管线部件类型区域中选中连接件单选项，在右侧的下拉列表中选择连接件选项。

Step3. 定义连接件端口属性。

（1）定义第一个连接件端口属性。参照 Stage1 中相关步骤选取图 15.2.32 所示的参考

面定义图 15.2.32 所示的第一个连接件端口属性，矢量方向如图 15.2.33 所示。

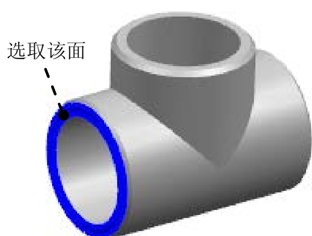


图 15.2.30　定义原点参考

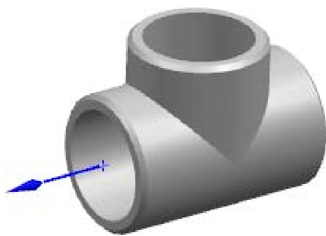


图 15.2.31　定义对齐矢量

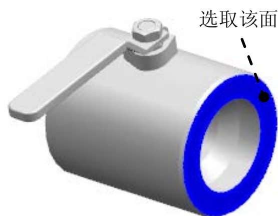


图 15.2.32　定义原点参考

（2）参照上一步创建其余端口属性（具体操作请参考随书光盘录像）。

（3）单击“审核部件”对话框中的 确定 按钮。

Step4. 保存零件模型，然后关闭零件窗口。

15.2.3　创建第一条管道线路

下面介绍图 15.2.34 所示第一条管道线路的设计过程，该线路为一条单一管道线路。

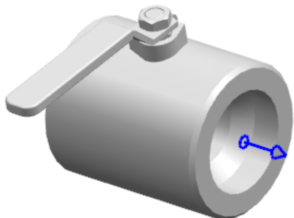


图 15.2.33　定义对齐矢量

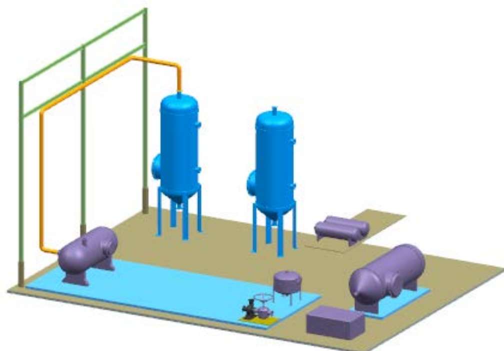


图 15.2.34　创建第一条管道线路

Stage1. 创建管道路径节点

Step1. 在装配导航器中激活 PIPELINE_DESIGN 节点。

Step2. 隐藏次要组件。在装配导航器中选中 FRAME_003 、 FRAME_002 节点，右击选择 显示和隐藏 节点下的 隐藏 命令将零部件隐藏。

Step3. 新建组件。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 新建组件(C)... 命令，系统弹出“新组件文件”对话框，在“新组件文件”对话框中选中 装配 模板，在 名称 文本框中输入 PIPELINE_L01，单击 确定 按钮。系统弹出“新建组件”对话框。

Step4. 设置新组件引用集并激活。单击“新建组件”对话框中的 确定 按钮，在装配导航器中右击 PIPELINE_L01 节点，选择 替换引用集 → 整个部件 命令；双击 PIPELINE_L01 节点，将其设置为工作部件。

Stage2．放置管路元件

Step1．选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“放置部件”按钮，系统弹出图 15.2.35 所示“指定项”对话框。

Step2．放置元件 FLANGE_150_NPS12。

（1）单击“指定项”对话框中的“打开”按钮，打开文件 FLANGE_150_NPS12.prt，单击 确定 按钮，系统弹出图 15.2.36 所示“放置部件”对话框（一）。

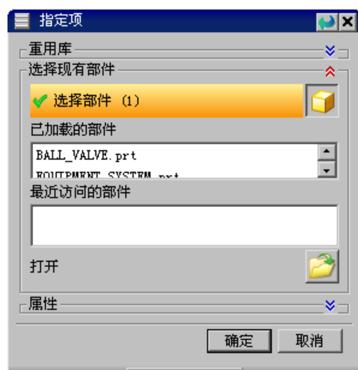


图 15.2.35 “指定项”对话框

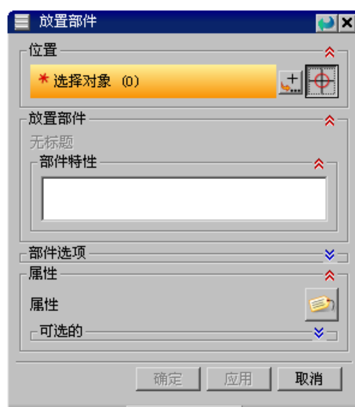


图 15.2.36 “放置部件”对话框（一）

（2）在模型中选取图 15.2.37 所示的端口 1 为放置参考，单击图 15.2.38 所示的“放置部件”对话框（二）中 放置解算方案 区域的“下一个解算方案”按钮，单击 确定 按钮，完成元件的放置，结果如图 15.2.37 所示（放大图 1）。

说明：此处可能需要多次单击“下一个解算方案”按钮，直到出现图 15.2.37 所示的结果（放大图 1）。

Step3．放置第二个元件。参考 Step2 的操作步骤，选取图 15.2.37 所示的端口 2 为放置参考，再次放置元件 FLANGE_150_NPS12，结果如图 15.2.37 所示（放大图 2）。

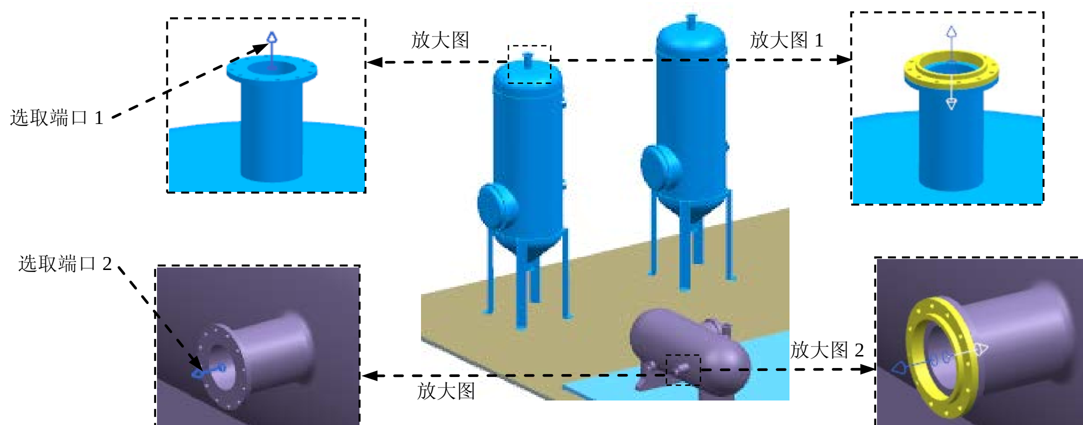


图 15.2.37 放置元件

Stage3. 创建管道路径

Step1. 选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“创建线性路径”按钮，系统弹出图 15.2.39 所示的“创建线性路径”对话框（一）。

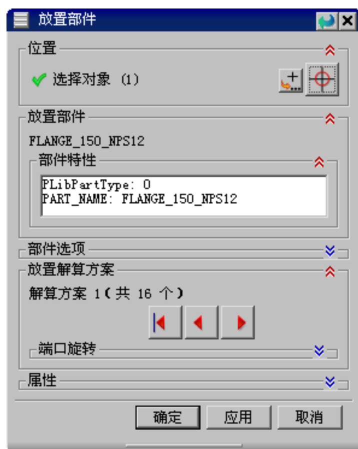


图 15.2.38 “放置部件”对话框（二）

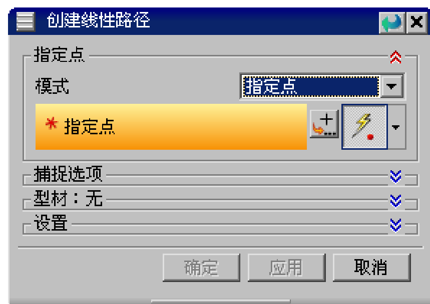


图 15.2.39 “创建线性路径”对话框（一）

Step2. 创建图 15.2.40 所示的线性路径 1。

（1）选取指定点。在模型中选取图 15.2.41 的端口 1 为“指定点”参考。

（2）创建第一段路径。在图 15.2.42 所示的“创建线性路径”对话框（二）中的模式下拉列表中选择平行于轴选项，在设置区域中选中锁定到选定的对象和锁定角度复选框，并取消选中该区域其他所有复选框；在偏置文本框中输入数值 1900，按 Enter 键确认。

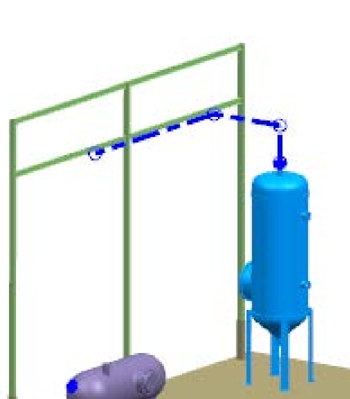


图 15.2.40 创建线性路径 1

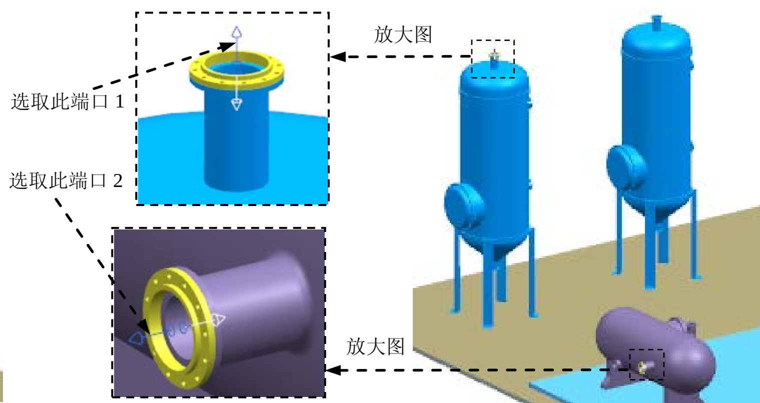


图 15.2.41 选取指定点

（3）创建第二段路径。在“创建线性路径”对话框中单击指定矢量按钮，选取-XC 轴为矢量方向，在偏置文本框中输入数值 4000，按 Enter 键确认。

（4）创建第三段路径。在“创建线性路径”对话框中单击指定矢量按钮，选取-YC 轴为矢量方向，在偏置文本框中输入数值 10000，按 Enter 键确认。

（5）单击应用按钮，完成线性路径 1 的创建。

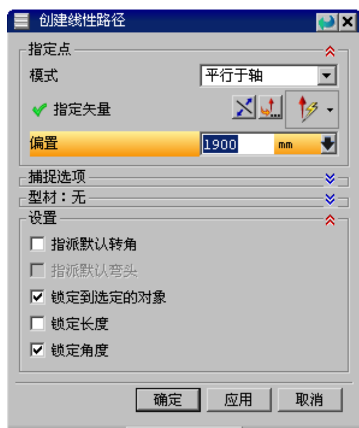


图 15.2.42 “创建线性路径”对话框（二）

Step3. 创建图 15.2.43 所示的线性路径 2。在模型中选取图 15.2.41 的端口 2 为“指定点”参考，在“创建线性路径”对话框的模式下拉列表中选择平行于轴选项，在设置区域中选中 ☑ 锁定到选定的对象 和 ☑ 锁定角度 复选框，并取消选中该区域其他所有复选框；在偏置文本框中输入数值 600，按 Enter 键确认，单击 确定 按钮，完成线性路径 2 的创建。

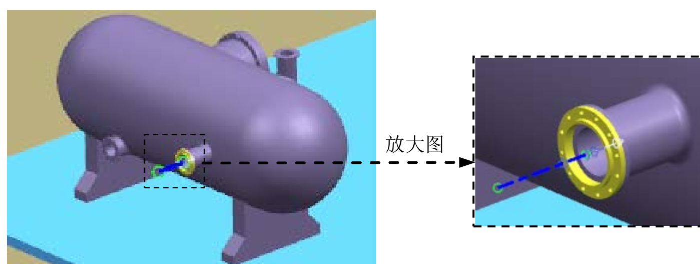


图 15.2.43 创建线性路径 2

Step4. 创建图 15.2.44 所示的修复路径。

（1）选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“修复路径”按钮，系统弹出图 15.2.45 所示的“修复路径”对话框。

（2） 定义路径起点和终点。在模型中选取 Step2 中创建的第三段路径为起点，选取 Step3 中创建的线性路径 2 为终点。

（3）设置修复方法。在“修复路径”对话框设置区域的 方法 下拉列表中选择交点选项；其他采用系统默认设置。

（4）单击 确定 按钮，完成修复路径的创建。

Step5. 创建简化路径 1。在“机械管线布置”工具条中单击“简化路径”按钮，系统弹出图 15.2.46 所示的“简化路径”对话框；在模型中选取图 15.2.44 所示的两段线性路径为简化对象，单击 确定 按钮，完成简化路径 1 的创建。

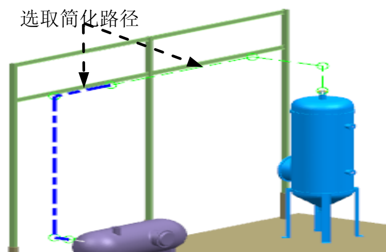


图 15.2.44　创建修复路径

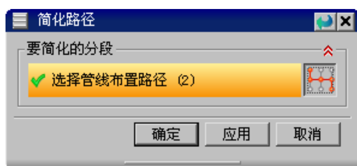


图 15.2.46　“简化路径”对话框

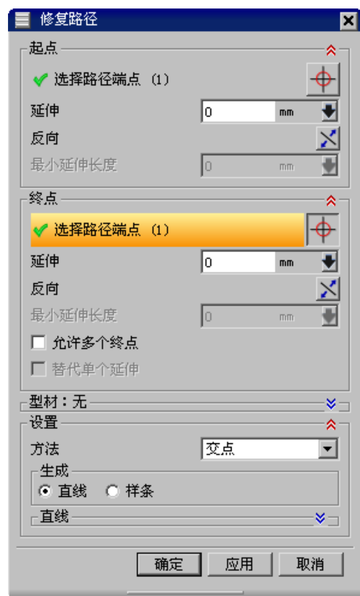


图 15.2.45　“修复路径”对话框

Step6. 参照 Step5 步骤创建简化路径 2。具体操作请参看随书光盘录像。

Step7. 创建图 15.2.47 所示的指派拐角。

（1）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) → 管线布置路径(R) → 指派拐角(A)... 命令，系统弹出图 15.2.48 所示的“指派拐角”对话框。

（2）设置拐角参数。在“指派拐角”对话框的 拐角类型 下拉列表中选择 折弯 选项，在 方法 下拉列表中选择 半径 选项，设置半径值为 300。

（3）选取拐角控制点。在模型中选取所有的拐角点。

（4）单击 确定 按钮，完成指派拐角操作。

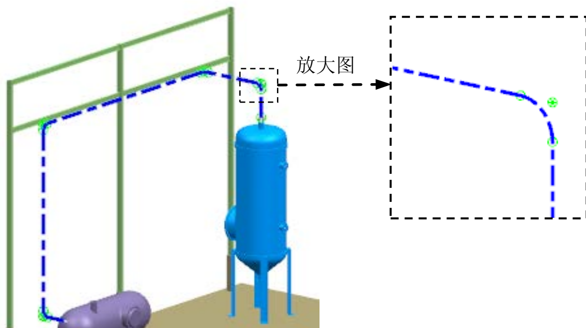


图 15.2.47　指派拐角

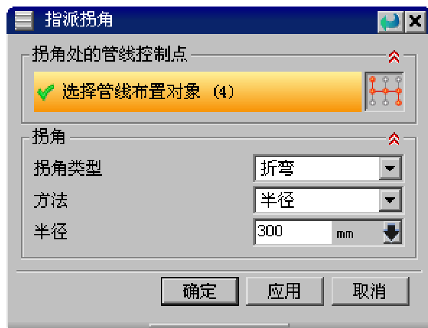


图 15.2.48　“指派拐角”对话框

Step8. 指派型材。

（1）选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“型材”按钮，系统弹出图 15.2.49 所示的“型材”对话框。单击“型材”对话框中的 指定型材 按钮，系统弹出图 15.2.50 所

示的“指定项”对话框。

（2）选择型材。选择Pipe节点下的DIN-Steel为型材类型，在成员视图下拉列表中选择“列表”选项，选中 R ST 2448 300，单击 确定 按钮，系统返回到“型材”对话框。

（3）选取管道路径。在模型中框选所有管道路径，单击< 确定 >按钮，在“设计规则违例”对话框中单击 取消 按钮，完成型材的添加，结果如图 15.2.34 所示。

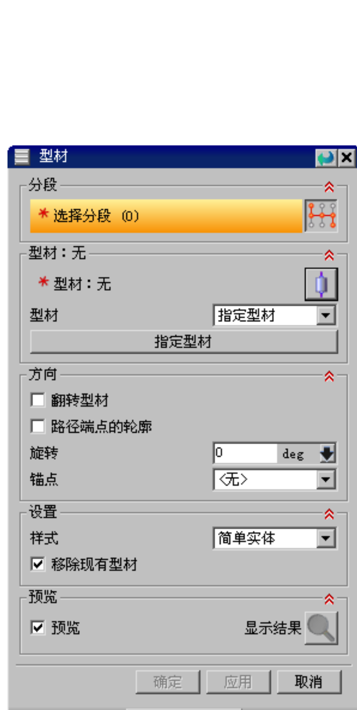


图 15.2.49　“型材”对话框

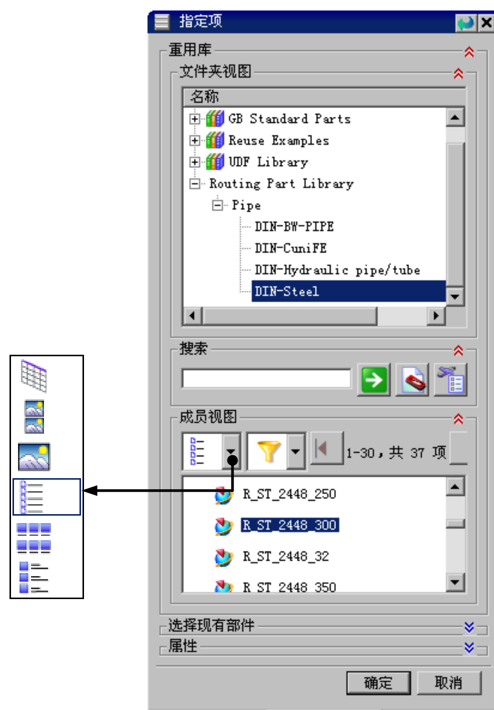


图 15.2.50　“指定项”对话框

15.2.4　创建第二条管道线路

下面介绍图 15.2.51 所示第二条管道线路的设计过程（接上一节模型），该管道线路为一条单一管道线路。

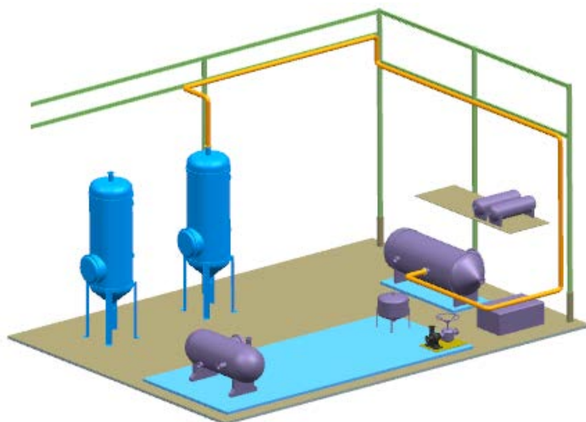


图 15.2.51　创建第二条管道线路

Stage1．创建管道路径节点

Step1．在装配导航器中激活PIPELINE_DESIGN节点，显示FRAME_002节点。

Step2．新建组件。选择下拉菜单装配(A) → 组件(C) → 新建组件(C)...命令，系统弹出 “新组件文件”对话框，在“新组件文件”对话框中选中装配模板，在名称文本框中输入 PIPELINE_L02，单击确定按钮。系统弹出“新建组件”对话框。

Step3．设置新组件引用集并激活。单击“新建组件”对话框中的确定按钮，在装配导航器中右击PIPELINE_L02节点，选择替换引用集 → 整个部件命令；双击PIPELINE_L02节点，将其设置为工作部件。

Stage2． 放置管路元件

Step1．选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“放置部件”按钮，系统弹出“指定项”对话框。

Step2．放置元件 FLANGE_150_NPS12。

（1）单击“指定项”对话框中的“打开”按钮，打开文件 FLANGE_150_NPS12.prt，单击确定按钮，系统弹出“放置部件”对话框。

（2）在模型中选取图 15.2.52 所示的连接器端口为放置参考，单击“放置部件”对话框放置解算方案区域中的“下一个解算方案”按钮，单击确定按钮，完成元件的放置，结果如图 15.2.52 所示（放大图 1）。

Step3．放置第二个元件。参考 Step2 的操作步骤再次放置元件 FLANGE_150_NPS12，结果如图 15.2.52 所示（放大图 2）。

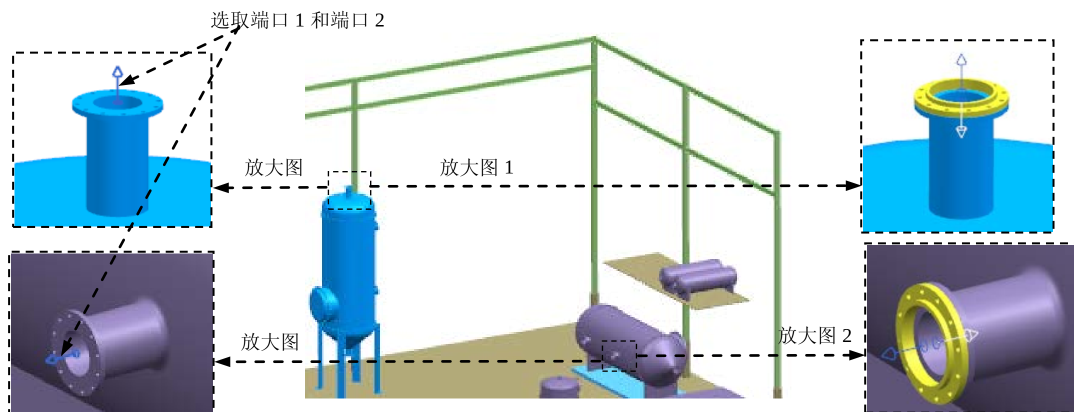


图 15.2.52 放置元件

Stage3．创建管道路径

Step1．选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“创建线性路径”按钮，系统弹出“创建线性路径”对话框。

Step2．创建图 15.2.53 所示的线性路径 1。

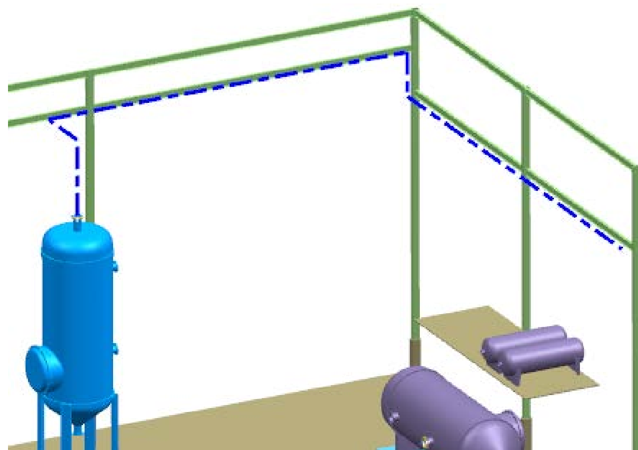


图 15.2.53　创建线性路径 1

（1）选取指定点。在模型中选取图 15.2.54 的端口 1 为“指定点”参考。

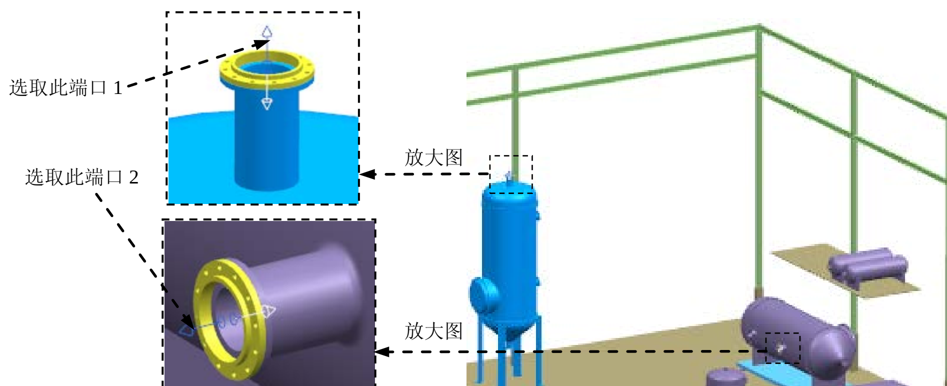


图 15.2.54　选取指定点

（2）创建第一段路径。在“创建线性路径”对话框的模式下拉列表中选择平行于轴选项，在偏置文本框中输入数值 3200，按 Enter 键确认。

（3）创建第二段路径。在“创建线性路径”对话框中单击指定矢量按钮，选取 YC 轴为矢量方向，在偏置文本框中输入数值 2520，按 Enter 键确认。

（4）创建第三段路径。在“创建线性路径”对话框中单击指定矢量按钮，选取 XC 轴为矢量方向，在偏置文本框中输入数值 15900，按 Enter 键确认。

（5）创建第四段路径。在“创建线性路径”对话框中单击指定矢量按钮，选取-ZC 轴为矢量方向，在偏置文本框中输入数值 1880，按 Enter 键确认。

（6）创建第五段路径。在“创建线性路径”对话框中单击指定矢量按钮，选取-YC 轴为矢量方向，在偏置文本框中输入数值 18590，按 Enter 键确认，单击应用按钮。

Step3. 创建图 15.2.55 所示的线性路径 2。

（1）创建第一段路径。在模型中选取图 15.2.54 的端口 2 为“指定点”参考，在“创

建线性路径”对话框的模式下拉列表中选择平行于轴选项，在偏置文本框中输入数值 1500，按 Enter 键确认。

（2）创建第二段路径。在“创建线性路径”对话框中单击指定矢量按钮，选取-YC 轴为矢量，在偏置文本框中输入数值 7000，按 Enter 键确认，单击确定按钮。

Step4. 创建图 15.2.56 所示的修复路径。

（1）选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“修复路径”按钮。

（2）定义路径起点和终点。在模型中选取 Step2 中创建的第五段路径为起点，选取 Step3 中创建的第二段路径为终点。

（3）设置修复方法。在“修复路径”对话框设置区域中的方法下拉列表中选择ZC XC YC选项；其他采用系统默认设置。

（4）单击确定按钮，完成修复路径的创建。

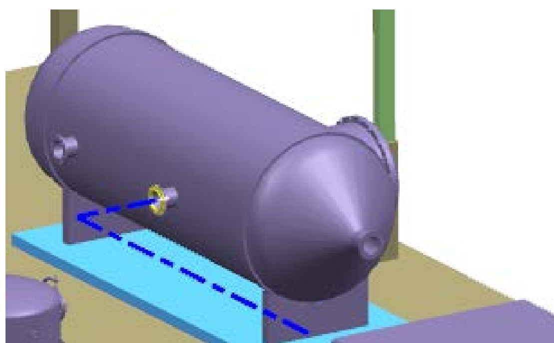


图 15.2.55　创建线性路径 2

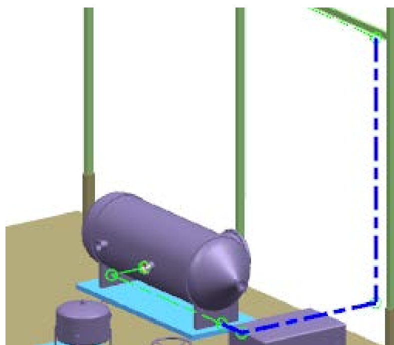


图 15.2.56　创建修复路径

Step5. 创建简化路径 1。在“机械管线布置”工具条中单击“简化路径”按钮，系统弹出“简化路径”对话框；在模型中选取图 15.2.57 所示的两段线性路径为简化对象，单击确定按钮。

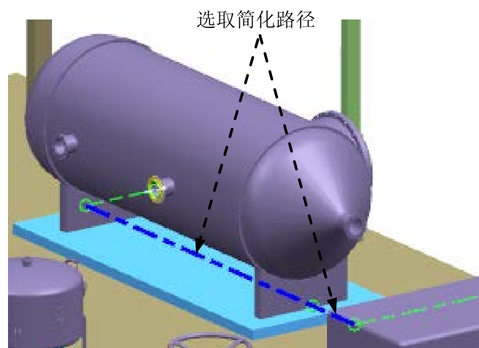


图 15.2.57　创建简化路径

Step6. 指派拐角。选择下拉菜单插入(S) → 管线布置路径(R) → 指派拐角(A)... 命

令，系统弹出“指派拐角”对话框；在“指派拐角”对话框的半径文本框中输入值 300；在模型中框选所有的拐角，单击确定按钮，完成指派拐角，结果如图 15.2.58 所示。

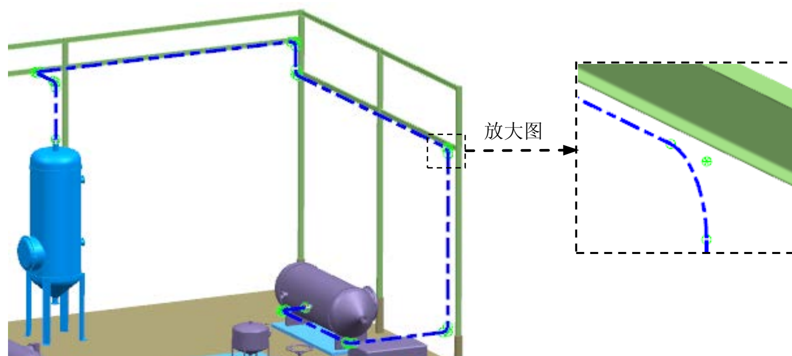


图 15.2.58　指派拐角

Step7. 指派型材。在“机械管线布置”工具条中单击“型材”按钮，系统弹出“型材”对话框；在模型中框选所有管道路径，单击确定按钮，在“设计规则违例”对话框中单击取消按钮，完成型材的添加，结果如图 15.2.51 所示。

15.2.5　创建第三条管道线路

下面介绍图 15.2.59 所示第三条管道线路的设计过程（接上一节模型），该条管道线路包括三条分支线路，如图 15.2.59 所示。

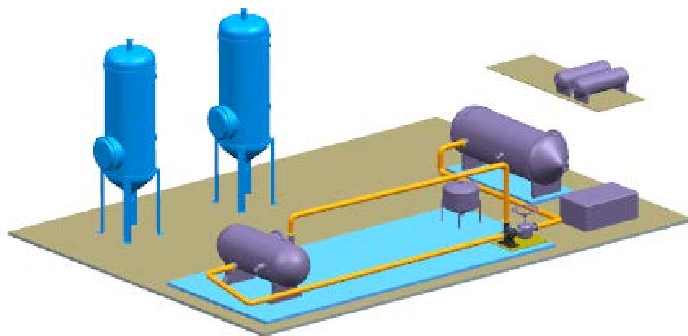


图 15.2.59　创建第三条管道线路

Task1. 创建管道路径节点

Step1. 在装配导航器中激活 PIPELINE_DESIGN。

Step2. 新建组件。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 新建组件(C)...命令，系统弹出“新组件文件”对话框，在“新组件文件”对话框中选中装配模板，在名称文本框中输入 PIPELINE_L03，单击确定按钮。系统弹出“新建组件”对话框。

Step3. 设置新组件引用集并激活。单击“新建组件”对话框中的确定按钮，在装配

导航器中右击☑ PIPELINE_L03节点，选择 替换引用集 → 整个部件命令；双击☑ PIPELINE_L03节点，将其设置为工作部件。

Task2. 创建第一条分支路径

Stage1. 创建分支路径节点

Step1. 新建组件。选择下拉菜单装配(A) → 组件(C) → 新建组件(C)...命令，系统弹出“新组件文件”对话框，在“新组件文件”对话框中选中装配模板，在名称文本框中输入 PIPELINE_L03_01，单击确定按钮。系统弹出“新建组件”对话框。

Step2. 设置新组件引用集并激活。单击“新建组件”对话框中的确定按钮，在装配导航器中右击☑ PIPELINE_L03_01节点，选择 替换引用集 → 整个部件命令；双击☑ PIPELINE_L03_01节点，将其设置为工作部件。

Stage2. 放置管路元件

Step1. 选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“放置部件”按钮，系统弹出“指定项”对话框。

Step2. 放置元件 FLANGE_150_NPS12。

（1）单击“指定项”对话框中的“打开”按钮，打开文件 FLANGE_150_NPS12.prt，单击确定按钮，系统弹出“放置部件”对话框。

（2）在模型中选取图 15.2.60 所示的连接器端口 1 为放置参考，单击确定按钮，完成元件的放置，结果如图 15.2.60 所示。

Step3. 参考 Step2 的步骤再次放置元件 FLANGE_150_NPS12，结果如图 15.2.60 所示。

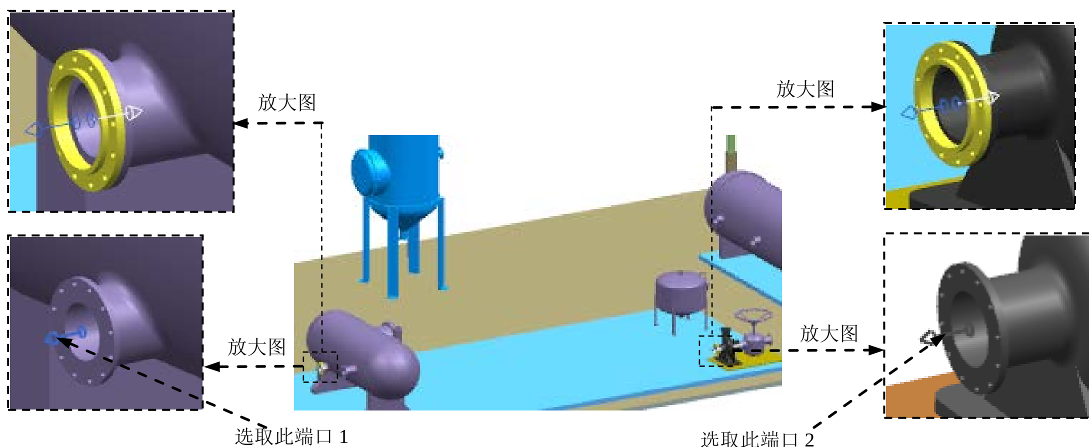


图 15.2.60　放置元件

Stage3. 创建管道路径

Step1. 创建布管路径参考草图（注：本步的详细操作过程请参见随书光盘中

video\ch15.02.05\reference\文件下的语音视频讲解文件 PIPELINE_DESIGN-r01.exe)。

Step2. 创建图 15.2.61 所示的管道路径。

（1）进入管道设计模块。

（2）选择命令。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 管线布置路径(R) ➡ 相连曲线(N)... 命令，系统弹出图 15.2.62 所示的“相连曲线”对话框。

（3）选取参考曲线。选取 Step1 创建的草图为参考曲线。

（4）单击 确定 按钮，完成管道路径的创建。

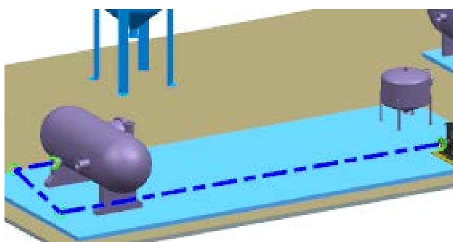


图 15.2.61 创建管道路径

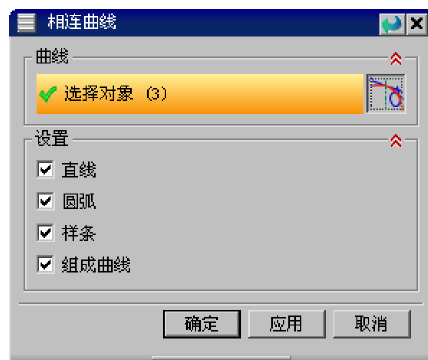


图 15.2.62 “相连曲线”对话框

Step3. 指派拐角。选择下拉菜单 插入(S) ➡ 管线布置路径(R) ➡ 指派拐角(A)... 命令，系统弹出“指派拐角”对话框；在“指派拐角”对话框的 半径 文本框中输入值 300；在模型中框选所有的拐角，单击 确定 按钮，完成指派拐角操作。

Step4. 指派型材。在“机械管线布置”工具条中单击“型材”按钮，系统弹出“型材”对话框；在模型中框选所有管道路径，单击 确定 按钮，在“设计规则违例”对话框中单击 取消 按钮，完成型材的添加，结果如图 15.2.63 所示。

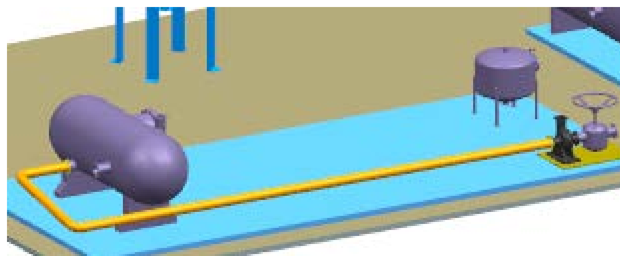


图 15.2.63 指派型材

Task3. 创建第二条分支路径

Stage1. 创建分支路径节点

Step1. 在装配导航器中双击 PIPELINE_L03 节点，将该节点激活。

Step2. 新建组件。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 新建组件(C)... 命令，系统弹出“新组件文件”对话框，在“新组件文件”对话框中选中 装配 模板，在 名称 文本框中输入 PIPELINE_L03_02，单击 确定 按钮，系统弹出“新建组件”对话框。

Step3. 设置新组件引用集并激活。单击“新建组件”对话框中的 确定 按钮，在装配导航器中右击 PIPELINE_L03_02 节点，选择 替换引用集 → 整个部件 命令；双击 PIPELINE_L03_02 节点，将其设置为工作部件。

Stage2．放置管路元件

Step1. 选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“放置部件”按钮，系统弹出“指定项”对话框。

Step2. 放置元件 FLANGE_150_NPS12。

（1）单击“指定项”对话框中的“打开”按钮，打开文件 FLANGE_150_NPS12.prt，单击 确定 按钮，系统弹出“放置部件”对话框。

（2）在模型中选取图 15.2.64 所示的连接器端口 1 为放置参考，单击“放置部件”对话框 放置解算方案 区域中的“下一个解算方案”按钮，单击 确定 按钮，完成元件的放置，结果如图 15.2.64 所示。

Step3. 参考 Step2 的步骤再次放置元件 FLANGE_150_NPS12，结果如图 15.2.64 所示。

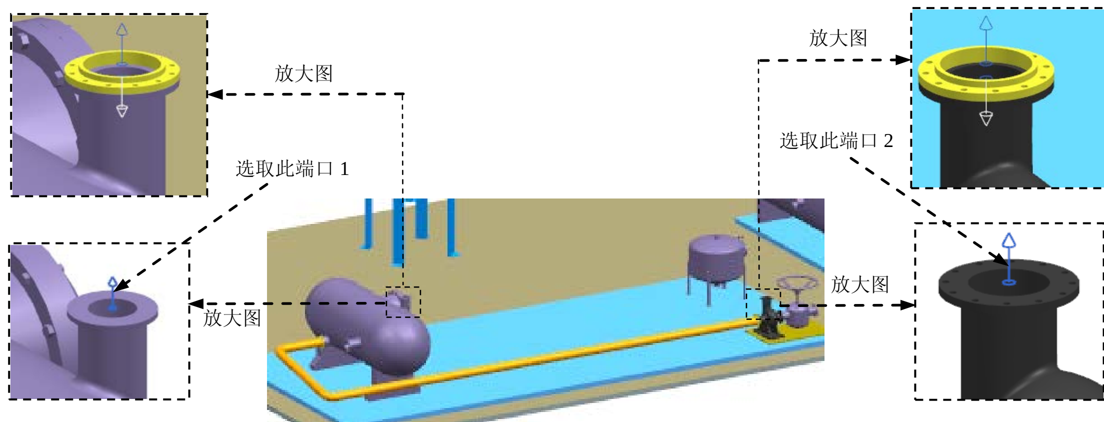


图 15.2.64　放置元件

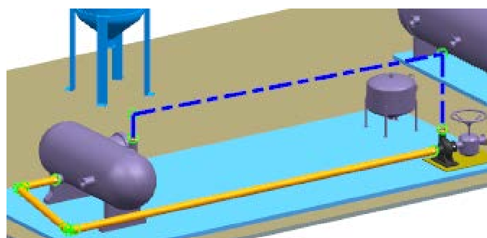
Stage3．创建管道路径

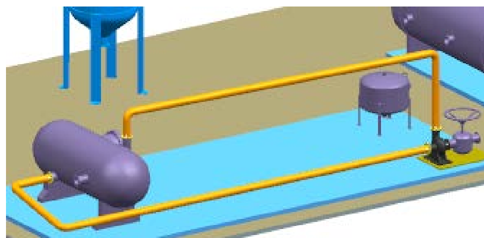
Step1. 创建布管路径参考草图（注：本步的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch15.02.05\reference\文件下的语音视频讲解文件 PIPELINE_DESIGN-r02.avi）。

Step2. 创建图 15.2.65 所示的管道路径。进入管道设计模块，选择下拉菜单 插入(S) → 管线布置路径(R) → 相连曲线(N)... 命令，系统弹出“相连曲线”对话框。选取 Step1 创建的草图为参考曲线。单击 确定 按钮，完成管道路径的创建。

Step3. 指派拐角。选择下拉菜单 插入(S) → 管线布置路径(R) → 指派拐角(A)... 命令，系统弹出“指派拐角”对话框；在“指派拐角”对话框的 半径 文本框中输入值 300；在模型中框选所有的拐角，单击 确定 按钮，完成指派拐角操作。

Step4. 指派型材。在“机械管线布置”工具条中单击“型材”按钮，系统弹出“型材”对话框；在模型中框选所有管道路径，单击 确定 按钮，完成型材的添加。在“设计规则违例”对话框中单击 取消 按钮，结果如图 15.2.66 所示。


图 15.2.65 创建管道路径


图 15.2.66 指派型材

Task4. 创建第三条分支路径

Stage1. 创建分支路径节点

Step1. 在装配导航器中双击 PIPELINE_L03 节点，将该节点激活。

Step2. 新建组件。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 新建组件(C)... 命令，系统弹出“新组件文件”对话框，在“新组件文件”对话框中选中 装配 模板，在 名称 文本框中输入 PIPELINE_L03_03，单击 确定 按钮，系统弹出“新建组件”对话框。

Step3. 设置新组件引用集并激活。单击“新建组件”对话框中的 确定 按钮，在装配导航器中右击 PIPELINE_L03_03 节点，选择 替换引用集 → 整个部件 命令；双击 PIPELINE_L03_03 节点，将其设置为工作部件。

Stage2. 放置管路元件

Step1. 选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“放置部件”按钮，系统弹出“指定项”对话框。

Step2. 放置元件 FLANGE_150_NPS12。

（1）单击“指定项”对话框中的“打开”按钮，打开文件 FLANGE_150_NPS12.prt，单击 确定 按钮，系统弹出“放置部件”对话框。

（2）在模型中选取图 15.2.67 所示的连接器端口为放置参考，单击“放置部件”对话框 放置解算方案 区域中的“下一个解算方案”按钮，单击 确定 按钮，完成元件的放置，结果如图 15.2.67 所示。

Step3. 放置第二个元件。参考 Step2 的操作步骤再次放置元件 FLANGE_150_NPS12，

结果如图 15.2.67 所示。

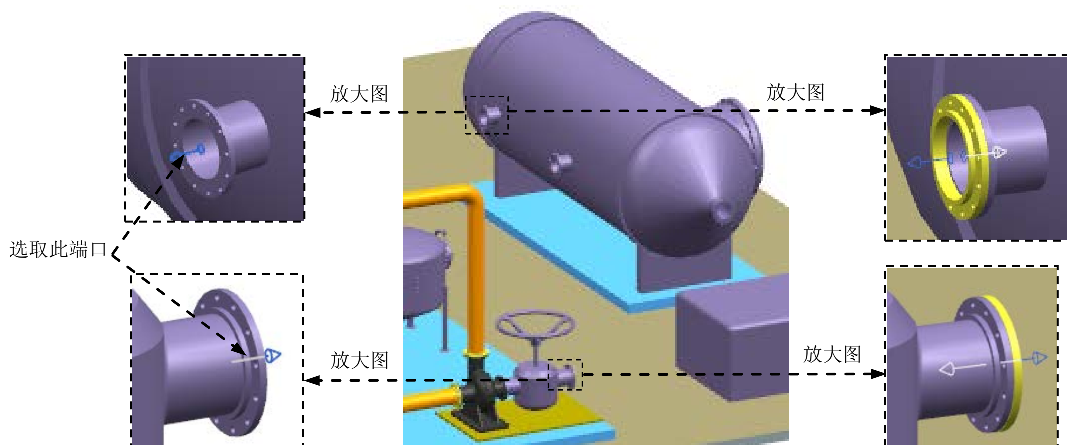


图 15.2.67　放置元件

Stage3. 创建管道路径

Step1. 选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“创建线性路径”按钮，系统弹出“创建线性路径”对话框。

Step2. 创建图 15.2.68 所示的线性路径 1。在模型中选取图 15.2.69 所示的端口 1 为“指定点”参考，在“创建线性路径”对话框的模式下拉列表中选择平行于轴选项，在偏置文本框中输入数值 1500，按 Enter 键确认，单击应用按钮。

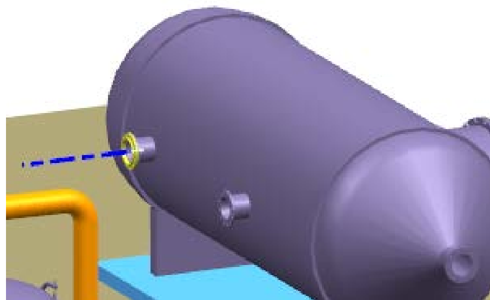


图 15.2.68　创建线性路径 1

Step3. 创建图 15.2.70 所示的线性路径 2。在模型中选取图 15.2.69 的端口 2 为“指定点”参考，在“创建线性路径”对话框的模式下拉列表中选择平行于轴选项，在偏置文本框中输入数值 1500，按 Enter 键确认，单击确定按钮。

Step4. 创建图 15.2.71 所示的修复路径。在“机械管线布置”工具条中单击“修复路径”按钮。选取 Step2 创建的线性路径 1 为起点，选取 Step3 创建的线性路径 2 为终点，在“修复路径”对话框设置区域中的方法下拉列表中选择XC ZC YC选项；单击确定按钮，完成修复路径的创建。

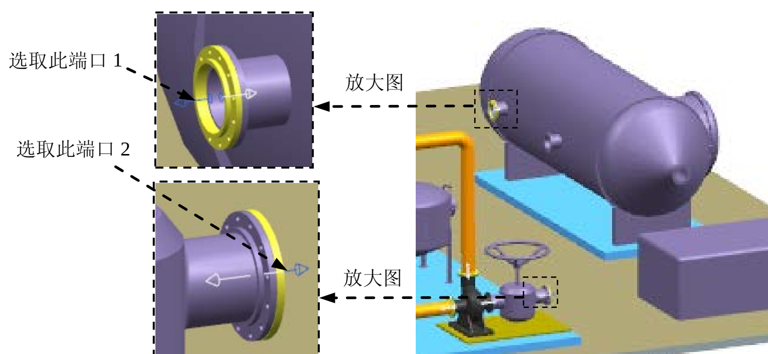


图 15.2.69 选取端口

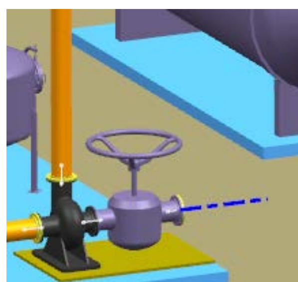


图 15.2.70 创建线性路径 2

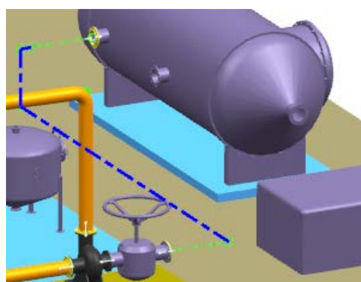


图 15.2.71 创建修复路径

Step5. 创建简化路径。在“机械管线布置”工具条中单击“简化路径”按钮，系统弹出“简化路径”对话框；在模型中选取图 15.2.72 所示的简化路径，单击 确定 按钮。

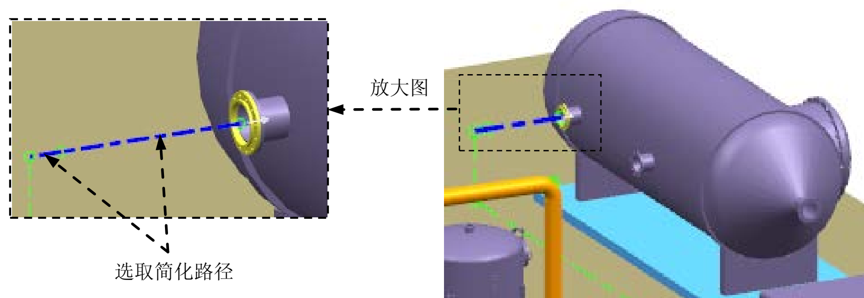


图 15.2.72 简化路径

Step6. 指派拐角。选择下拉菜单 插入(S) → 管线布置路径(R) → 指派拐角(A)... 命令，系统弹出“指派拐角”对话框；在“指派拐角”对话框的 半径 文本框中输入值 300；在模型中框选所有的拐角，单击 确定 按钮，完成指派拐角。

Step7. 指派型材。在“机械管线布置”工具条中单击“型材”按钮，系统弹出“型材”对话框。在模型中框选所有管道路径，单击 确定 按钮，在“设计规则违例”对话框中单击 取消 按钮，完成型材的添加。

15.2.6　创建第四条管道线路

下面介绍图 15.2.73 所示第四条管道线路的设计过程（接上一节模型），该条管道线路中间包括一个阀零件。

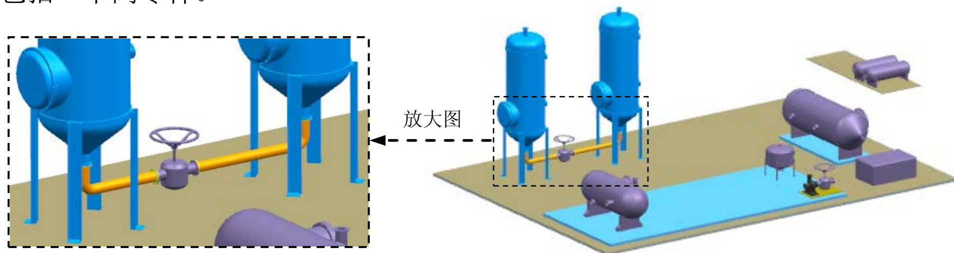


图 15.2.73　创建第四条管道线路

Stage1．创建管道路径节点

Step1. 在装配导航器中激活 PIPELINE_DESIGN 节点。

Step2. 新建组件。选择下拉菜单 装配(A) → 组件(C) → 新建组件(C)... 命令，系统弹出“新组件文件”对话框，在“新组件文件”对话框中选中 装配 模板，在 名称 文本框中输入 PIPELINE_L04，单击 确定 按钮，系统弹出“新建组件”对话框。

Step3. 设置新组件引用集并激活。单击“新建组件”对话框中的 确定 按钮，在装配导航器中右击 PIPELINE_L04 节点，选择 替换引用集 → 整个部件 命令；双击 PIPELINE_L04 节点，将其设置为工作部件。

Stage2．放置管路元件

Step1. 选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“放置部件”按钮，系统弹出“指定项”对话框。

Step2. 放置元件 FLANGE_150_NPS12。

（1）单击“指定项”对话框中的“打开”按钮，打开文件 FLANGE_150_NPS12.prt，单击 确定 按钮，系统弹出“放置部件”对话框。

（2）在模型中选取图 15.2.74 所示的连接器端口为放置参考，单击 确定 按钮，完成元件的放置，结果如图 15.2.74 所示。

Step3. 放置第二个元件。参考 Step2 的操作步骤再次放置元件 FLANGE_150_NPS12，结果如图 15.2.74 所示。

Stage3．创建管道路径

Step1. 选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“创建线性路径”按钮，系统弹出“创建线性路径”对话框。

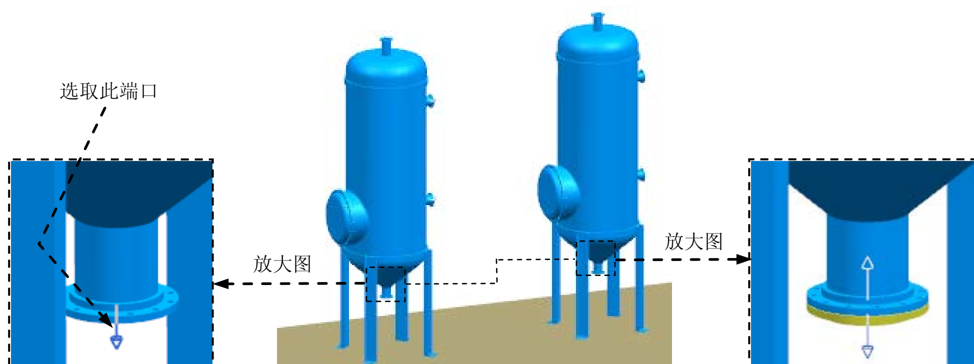


图 15.2.74　放置元件

Step2. 创建图 15.2.75 所示的线性路径 1。

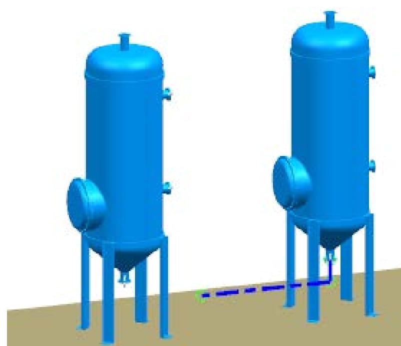


图 15.2.75　创建线性路径 1

（1）选取指定点。在模型中选取图 15.2.76 的端口 1 为“指定点”参考。

（2）创建第一段路径。在“创建线性路径”对话框的模式下拉列表中选择平行于轴选项，在偏置文本框中输入数值 800，按 Enter 键确认。

（3）创建第二段路径。在“创建线性路径”对话框中单击指定矢量按钮，在图形区中选取-XC 轴为矢量方向，在偏置文本框中输入数值 5000，单击应用按钮。

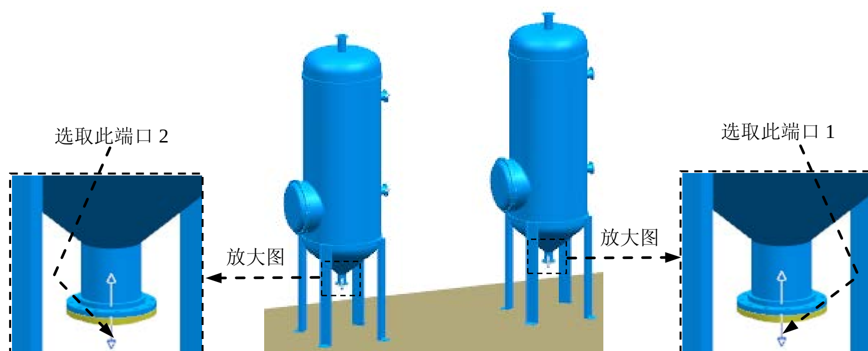


图 15.2.76　选取端口

Step3. 创建图 15.2.77 所示的线性路径 2。在模型中选取图 15.2.76 所示的端口 2 为“指定点”参考，在“创建线性路径”对话框的模式下拉列表中选择平行于轴选项，在偏置文本框中输入数值 800，单击确定按钮。

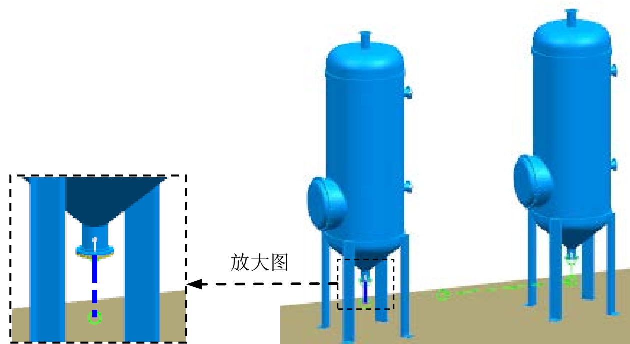


图 15.2.77　创建线性路径 2

Step4. 创建修复路径。在“机械管线布置”工具条中单击“修复路径”按钮。选取 Step2 创建的第二段路径为起点，选取 Step3 创建的线性路径 2 为终点，在“修复路径”对话框设置区域中的方法下拉列表中选择交点选项；单击确定按钮。

Step5. 创建简化路径。在“机械管线布置”工具条中单击“简化路径”按钮，系统弹出“简化路径”对话框；在模型中选取图 15.2.78 所示的简化对象，单击确定按钮。

Step6. 创建再分割段。

（1）选择命令。在“机械管线布置”工具条中单击“变换路径”按钮后的按钮，选择细分段命令。

（2）定义分割位置。在类型下拉列表中选择在点上选项，选取图 15.2.79 所示的路径分段 1 为分割对象，在位置下拉列表中选择弧长百分比选项，在% 位置文本框中输入数值 50。

（3）单击确定按钮，完成分割段的创建。

Step7. 指派拐角。选择下拉菜单插入(S) → 管线布置路径(R) → 指派拐角(A)...命令，系统弹出“指派拐角”对话框；在“指派拐角”对话框的半径文本框中输入值 300；在模型中框选所有的拐角，单击确定按钮，完成指派拐角。

Step8. 指派型材。在“机械管线布置”工具条中单击“型材”按钮，系统弹出“型材”对话框；在模型中框选所有管道路径，单击确定按钮，在“设计规则违例”对话框中单击取消按钮，完成型材的添加，结果如图 15.2.80 所示。

Stage4. 在管路中添加管道零件

Step1. 放置阀元件 VALVE。在“机械管线布置”工具条中单击“放置部件”按钮，系统弹出“指定项”对话框。单击“打开”按钮，打开文件 VALVE.prt，单击确定按

钮；在模型中选取 Stage3 中创建的分割点为放置参考，单击“放置部件”对话框 放置解算方案 区域中的“下一个解算方案”按钮 ，将元件调整至图 15.2.81 所示的位置，单击 确定 按钮。

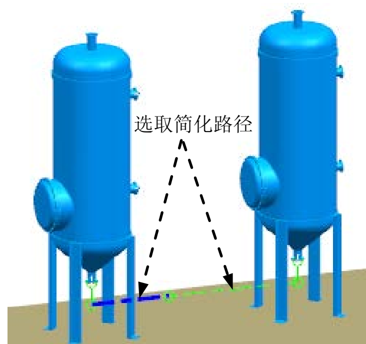


图 15.2.78　创建简化路径

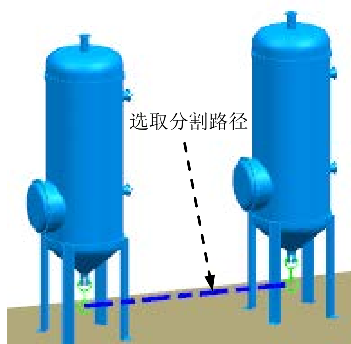
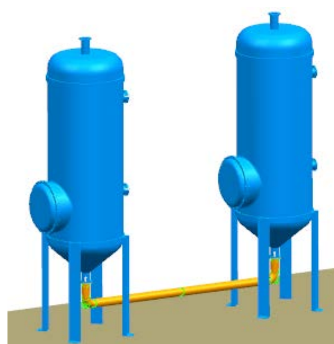
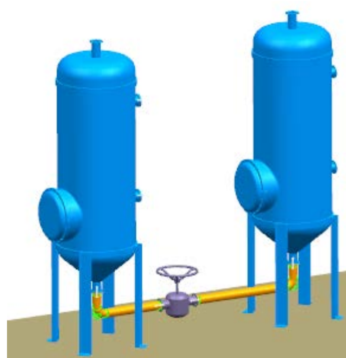


图 15.2.79　创建分割路径


图 15.2.80　指派型材

Step2. 放置元件 FLANGE_150_NPS12。在“机械管线布置”工具条中单击“放置部件”按钮 ，单击“指定项”对话框中的“打开”按钮 ，打开文件 FLANGE_150_NPS12.prt，单击 确定 按钮，系统弹出“放置部件”对话框。在模型中选取 Step1 中添加的阀元件两端的端口为放置参考，单击“放置部件”对话框 放置解算方案 区域中的“下一个解算方案”按钮 ，单击 确定 按钮，完成元件的放置，结果如图 15.2.82 所示。

说明：如果阀元件的端口不可见，也可以选择法兰的圆边线为放置参考。


图 15.2.81　放置阀元件

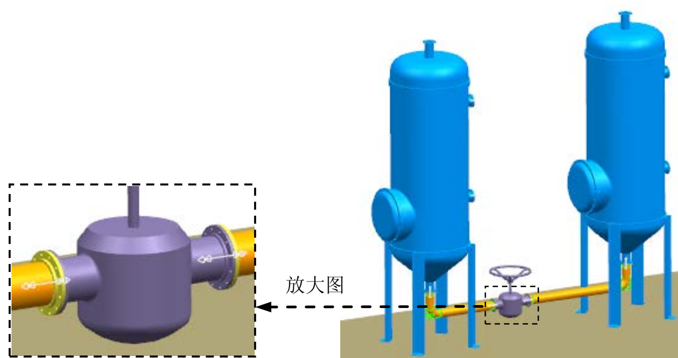


图 15.2.82　放置法兰元件

Step3. 后面的详细操作过程请参见随书光盘中 video\ch15.02.06\reference\文件下的语音视频讲解文件。

读者意见反馈卡

尊敬的读者：

感谢您购买机械工业出版社出版的图书！

我们一直致力于CAD、CAPP、PDM、CAM和CAE等相关技术的跟踪，希望能将更多优秀作者的宝贵经验与技巧介绍给您。当然，我们的工作离不开您的支持。如果您在看完本书之后，有什么好的意见和建议，或是有一些感兴趣的技术话题，都可以直接与我联系。

策划编辑：丁锋

读者购书回馈活动：

活动一：本书“随书光盘”中含有该“读者意见反馈卡”的电子文档，请认真填写本反馈卡，并E-mail给我们。E-mail：兆迪科技 zhanygjames@163.com，丁锋 fengfener@qq.com。

活动二：扫一扫右侧二维码，关注兆迪科技官方公众微信（或搜索公众号 zhaodikeji），参与互动，也可进行答疑。



凡参加以上活动，即可获得兆迪科技免费奉送的价值48元的在线课程一门，同时有机会获得价值780元的精品在线课程。

书名：《UG NX 10.0 产品设计完全学习手册》

1. 读者个人资料：

姓名：________ 性别：___ 年龄：____ 职业：________ 职务：________ 学历：______

专业：_______ 单位名称：__________________ 办公电话：___________ 手机：______

QQ：_________________________ 微信：____________ E-mail：______________

2. 影响您购买本书的因素（可以选择多项）：

□内容	□作者	□价格
□朋友推荐	□出版社品牌	□书评广告
□工作单位（就读学校）指定	□内容提要、前言或目录	□封面封底
□购买了本书所属丛书中的其他图书		□其他____________

3. 您对本书的总体感觉：

□很好　　□一般　　□不好

4. 您认为本书的语言文字水平：

□很好　　□一般　　□不好

5. 您认为本书的版式编排：

□很好　　□一般　　□不好

6. 您认为UG其他哪些方面的内容是您所迫切需要的？

____

7. 其他哪些CAD/CAM/CAE方面的图书是您所需要的？

____

8. 您认为我们的图书在叙述方式、内容选择等方面还有哪些需要改进的？

____

____

兆迪科技UG培训特色与优势

★ 北京兆迪科技有限公司十几年来一直专注于CAD/CAM/CAE的研究和培训。公司的培训专家和工程师均具有国际、国内著名公司的从业经验。近十年来，公司针对企业实际需求及教学培训方法等多方面进行了不断的研究探索，并不断完善，形成了一套具有特色的教学培训管理方法，产生了广泛的社会影响。

★ 培训课程内容由专家亲自制定，并不断完善更新。课程内容贴近当前企业的产品设计、产品分析、模具设计和数控编程等岗位的实际需求，并融入各行各业大型企业典型案例和一些实际设计经验技巧，力求在短期内最大程度地满足企业的实际需求。

★ 课堂讲解遵循“引导思路、启发思维”的方法，力求在短期内达到最佳培训效果。每一位学员在轻松理解、快速掌握软件使用方法和技巧的同时，还将体会到CAD/CAM/CAE软件设计的思路方法和技巧。

★ 公司目前已成功地为戴姆勒-奔驰汽车、丰田汽车、三一重工、ABB、德国曼恩机械、航天一院、航天三院、阿特拉斯·科普柯、西门子、美的集团、中国石化、清华同方以及ITT等众多著名公司提供了三维软件的培训及技术支持，深受业界好评。

★ 为配合教学，多年来，公司的专家和教师结合本公司培训的特色，精心编写并陆续推出了80多本UG精品书籍，深受众多读者欢迎。

兆迪科技全国培训免费咨询电话：**400-6359-339**
北京培训专线：**010-82176248/49**
上海地区培训专线：**021-69975025**



CAD/CAM/CAE 完 全 学 习 丛 书

UG NX 10.0超级学习手册
UG NX 10.0产品设计完全学习手册
UG NX 10.0模具设计完全学习手册
UG NX 10.0数控加工完全学习手册

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版





扫一扫，
更多精彩汽车
生活图书任你选

机械工业出版社微信公众号

ISBN 978-7-111-52574-5
ISBN 978-7-89386-003-4(光盘)

编辑微博：http://weibo.com/u/1594752151

策划编辑◎**杨民强　丁锋**
封面设计◎**张　静**

ISBN 978-7-111-52574-5



定价：99.80元（含1DVD）